

Centenario della fondazione del Servizio Idrografico Nazionale

Pescara 26 ottobre 2018

ATTI DEL CONVEGNO



A cura di Maria Cristina Beccia, Giancarlo Boscaino, Mario Antonio Cerasoli,
Francesca Molinari, Francesco Luigi Rossi
Regione Abruzzo - Dipartimento Territorio e Ambiente

In copertina, Pescara Ponte Risorgimento, ex Ponte Littorio. Alluvione 1934

*Convegno per il centenario della fondazione del Servizio Idrografico Nazionale
Pescara 26 ottobre 2018
Aula 31, Università degli Studi Chieti-Pescara Viale Pindaro 43, Pescara*

In collaborazione con:

- *Servizio del Genio Civile Regionale di Pescara*
- *Dipartimento InGeo, Università "D'Annunzio" Chieti - Pescara*
- *CETEMPS Center of Excellence Telesensing of Environment and Model Prediction of Severe events. Università degli Studi L'Aquila*
- *Ordine dei Geologi della Regione Abruzzo*
- *Federazione degli Ordini degli Ingegneri della Regione Abruzzo*

Si ringraziano i Partner tecnici:

- *CAE S.p.A., Via Colunga 20, San Lazzaro di Savena (Bologna)*
- *SIAP+MICROS S.p.A., Via del Lavoro 1 San Fior (Treviso)*

Organizzazione:

Regione Abruzzo

Dipartimento Governo del Territorio e Politiche Ambientali

Servizio Programmazione Attività di Protezione Civile

Ufficio Idrografico e Mareografico

Via Catullo 2, Pescara

Tel.: 085 61119; 085 60919 Fax: 085 691700

idrografico@regione.abruzzo.it

<https://www.regione.abruzzo.it/content/convegno-100-anni-di-idrografico>

<http://cetemps.aquila.infn.it/100idrografico/>

Sommario

| | |
|--|----|
| RELAZIONI INTRODUTTIVE..... | 1 |
| INTERVENTI TECNICI..... | 5 |
| Il Centro Funzionale e le attività di raccordo con l'Ufficio Idrografico e Mareografico | 11 |
| Premessa | 11 |
| Il Centro Funzionale d'Abruzzo | 11 |
| Le attività in collaborazione con l'Ufficio Idrografico e Mareografico..... | 12 |
| Conclusioni..... | 14 |
| L'integrazione delle reti di monitoraggio regionali..... | 15 |
| Le attività del Servizio Idrografico e Mareografico | 21 |
| Cenni storici..... | 21 |
| Le attività del nuovo corso..... | 22 |
| Ringraziamenti | 25 |
| Bibliografia..... | 25 |
| La rete regionale in telemisura e l'utilizzo dei dati idrologici in ambito di Protezione Civile..... | 27 |
| Premessa | 27 |
| La Rete Fiduciale della Regione Abruzzo..... | 28 |
| Allarmeteo e il sistema di allertamento della Regione Abruzzo..... | 35 |
| Introduzione..... | 35 |
| Descrizione dell'applicazione..... | 35 |
| Allarmeteo e il Sistema di allertamento regionale..... | 36 |
| Principali funzionalità..... | 37 |
| L'infrastruttura tecnologica..... | 38 |
| Evoluzione di Allarmeteo..... | 39 |
| Personalizzazione di Allarmeteo per le componenti istituzionali..... | 39 |
| Integrazione gerarchica dei sistemi di allertamento..... | 40 |
| Conclusioni..... | 41 |
| Mitigazione del dissesto idrogeologico: i sistemi di allerta locale e le reti regionali | 43 |
| Dal monitoraggio all'allertamento..... | 43 |
| Sistemi di monitoraggio e allertamento per la mitigazione dei rischi naturali..... | 44 |
| Rischio allagamento sottopassi carrabili..... | 44 |
| Rischio flash flood..... | 45 |
| Rischio Frane | 45 |
| Conclusioni..... | 46 |
| Mitigazione del dissesto Idrogeologico:..... | 49 |
| Sistemi integrati di monitoraggio e allertamento precoce dei fenomeni franosi..... | 49 |
| Bibliografia:..... | 52 |
| Uso dei dati idrologici per applicazioni e previsioni idrometeorologiche | 53 |
| Introduzione..... | 53 |
| Il Modello Idrologico CHyM..... | 53 |
| Gli indici di stress e la catena previsionale operativa del CETEMPS | 53 |
| La previsione operativa, schematizzata in Figura 44, è organizzata in quattro fasi:..... | 56 |
| Altre applicazioni..... | 57 |
| Clima | 57 |
| Studio sulla vulnerabilità idrologica negli ambienti costieri. | 58 |
| Frane..... | 58 |
| Acquacoltura..... | 58 |
| Qualità dell'aria..... | 58 |
| Ringraziamenti | 59 |
| Bibliografia..... | 59 |
| Utilizzo dei dati idrologici per la ricerca scientifica..... | 61 |
| Utilizzo dei dati idrologici nella pianificazione territoriale e nella progettazione degli interventi di difesa idraulica..... | 67 |
| Premessa | 67 |

| | |
|---|----|
| <i>PSDA Regione Abruzzo</i> | 67 |
| <i>PGRA Distretto Idrografico Alpi Orientali</i> | 68 |
| <i>Progetto della cassa di espansione sul torrente timonchio</i> | 68 |
| <i>Conclusioni</i> | 70 |
| <i>Riferimenti bibliografici</i> | 70 |
| <i>Opere di laminazione delle Piene del Fiume Pescara</i> | 71 |
| <i>Introduzione</i> | 71 |
| <i>Le principali caratteristiche idrauliche del Fiume Pescara</i> | 73 |
| <i>Il progetto delle opere di laminazione delle piene del Fiume Pescara</i> | 73 |
| <i>Modelli Idraulici</i> | 75 |
| <i>Effetti idraulici delle opere di laminazione sul territorio</i> | 76 |
| <i>Effetti socio economici delle opere di laminazione sul territorio</i> | 77 |
| <i>Bibliografia</i> | 77 |
| <i>DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA TRATTA DALL'ARCHIVIO DEL SERVIZIO IDROGRAFICO E</i> | |
| <i>MAREOGRAFICO DI PESCARA</i> | 5 |
| <i>Il Servizio Idrografico e Mareografico di Pescara</i> | 82 |
| <i>Cenni storici</i> | 82 |
| <i>PROGRAMMA DELL'EVENTO</i> | 91 |

Indice delle figure

| | |
|---|----|
| Figura 1 Mappa dei Centri Funzionali operativi o | 15 |
| Figura 2 Piattaforme grafiche per la..... | 16 |
| Figura 3 Tempo di latenza medio. | 17 |
| Figura 4 Esempio di output grafico (DEWETRA) per l'associazione dei dati con le soglie pluviometriche a disposizione. | 18 |
| Figura 5 Esempio di output grafico (DEWETRA) per l'associazione dei dati con le soglie idrometriche a disposizione del CFC e la modellazione idrologica. | 18 |
| Figura 6 Ripartizione della superficie del Regno in compartimenti idrografici. | 21 |
| Figura 7 Esecuzione di una misura di portata da parte del personale dell'Ufficio Idrografico e Mareografico (foto tratta dall'archivio storico dell'Ufficio Idrografico). | 22 |
| Figura 8 SANF, probabilità e suscettibilità da frana..... | 22 |
| Figura 9 Istogramma di pioggia riferito all'evento pluviometrico del 15 e 16 agosto 2018..... | 23 |
| Figura 10 e Figura 11 deposito detritico conseguente al movimento franoso verificatosi a Sulmona, loc. Santa Lucia, nella notte tra il 15 e 16 agosto 2018. | 24 |
| Figura 12 Mappa di allerta CAI, georiferita su Google Earth..... | 24 |
| Figura 13 strumentazione esposta presso la sede dell'Ufficio Idrografico e Mareografico di Pescara. | 24 |
| Figura 14 Rete nazionale in telemisura (fonte DPC Dewetra) | 28 |
| Figura 15 Rete nazionale in telemisura; Centro Italia (fonte DPC Dewetra)..... | 28 |
| Figura 16 Schema di funzionamento della Rete Fiduciale della Regione Abruzzo..... | 29 |
| Figura 17 Rete Fiduciale Regione Abruzzo..... | 30 |
| Figura 18 Attività di manutenzione ordinaria di capannine meteorologiche..... | 31 |
| Figura 19 Sensore idrometrico e sensore di velocità superficiale..... | 31 |
| Figura 20 Schema funzionamento sistema di monitoraggio sottopassi..... | 32 |
| Figura 21: Sistema di monitoraggio frane: clinometri da parete..... | 32 |
| Figura 22 Il sistema Allarmeteo. | 35 |
| Figura 23 La comunicazione nell'era del web 2.0..... | 36 |
| Figura 24 L'App di Allarmeteo..... | 37 |
| Figura 25 Le principali funzionalità di Allarmeteo | 37 |
| Figura 26 Schema semplificato dell'architettura di Allarmeteo..... | 38 |
| Figura 27 Evoluzione di Allarmeteo in ottica IoT | 39 |
| Figura 28 Personalizzazione di Allarmeteo | 40 |
| Figura 29 Geolocalizzazione dell'Alert | 40 |
| Figura 30 Schema delle informazioni restituite in formato JSON | 41 |
| Figura 31 Caratteristiche in comune con Allarmeteo | 41 |
| Figura 32 Architettura del sistema CAE..... | 43 |
| Figura 33 Sistema di monitoraggio e allarme dei sottopassi | 44 |
| Figura 34 Sistema semaforico di segnalazione di area allagata. | 45 |
| Figura 35 Sistema di monitoraggio di aree in frana..... | 46 |
| Figura 36 Dissesto idrogeologico in Italia (Fonte: ISPRA, 2018)..... | 49 |
| Figura 37 Schema delle misure strutturali e non strutturali..... | 50 |
| Figura 38 Segnale proveniente da n.3 geofoni, installati lungo l'asta torrentizia..... | 51 |
| Figura 39 Centralina del sistema ALMOND-F nei pressi del T. Rochefort in Val Ferret | 51 |
| Figura 40 Collage rappresentante il movimento franoso e il muro di sostegno presso il Brennero..... | 52 |
| Figura 41: Indici di stress User-Oriented CAI e BDD..... | 54 |
| Figura 42 Serie temporali dei valori normalizzati del livello idrometrico (colore blu), dell'indice CAI (colore verde) e del BDD (colore rosso) con le loro rispettive soglie di stress, in corrispondenza delle centraline posizionate lungo l'Alento a Ripa Teatina ed il Saline a Montesilvano, dal 14 al 19 novembre 2017. | 55 |
| Figura 43 Schema della catena previsionale operativa del CETEMPS per l'Early Warning System nella Regione Abruzzo. | 56 |
| Figura 44 Schema della catena operativa per la previsione idrologica. | 56 |
| Figura 45 Mappa di stress idrologico BDD prevista per la giornata del 15-16 novembre 2017, importata su piattaforma Google-Earth©. In alto a destra è riportata la mappa di criticità emessa dal Centro Funzionale della Regione Abruzzo per la giornata del 14 novembre 2017. | 57 |

| | |
|---|----|
| <i>Figura 46 Schema della ricarica e della circolazione sotterranea dell'idrostruttura della Majella</i> | 61 |
| <i>Figura 47 Distribuzione dei carichi piezometrici simulati dopo 5 e 15 giorni di emungimento</i> | 62 |
| <i>Figura 48 Idrogramma delle captazioni dal traforo del Gran Sasso relative all'Aprile 2009. Da Hydrological Processes 25, 2011</i> | 63 |
| <i>Figura 49: Correlazione tra distanza dall'epicentro (asse orizzontale in km) e variazione</i> | 64 |
| <i>Figura 50 Copertina "Water", Volume 9, Novembre 2017</i> | 64 |
| <i>Figura 51 Correlazioni tra a) portate e indice NAO (North Atlantic Oscillation) normalizzati; b) precipitazioni annuali e indice NAO normalizzati. Da Environmental Heart Sciences, 74/1, 2015</i> | 65 |
| <i>Figura 52 Mappe delle isolinee dei valori di $n(Tr)$ (in rosso)</i> | 67 |
| <i>Figura 53 Esempio di idrogrammi prodotti nell'ambito del PGRA del Distretto Idrografico delle Alpi Orientali caratterizzati da stesso tempo di ritorno e durata ma diversa forma dello ietogramma di pioggia (a sinistra) e stesso Tr e durata forma dello ietogramma ma da diversa durata (a destra)</i> | 68 |
| <i>Figura 54 Schema dello studio idrologico-idraulico per la progettazione e verifica della cassa di espansione</i> | 69 |
| <i>Figura 55 Studio idrologico-idraulico del Bacchiglione chiuso a Vicenza. Nel pannello (a) è schematizzato il funzionamento del modello idrologico PDM impiegato, il pannello (b) mostra per un evento di taratura il confronto tra la curva di piena misurata (in rosso) e quella modellata (in viola), il pannello (c) confronta sulla base dei risultati del modello idraulico bidimensionale per l'evento del 1° novembre 2010 gli allagamenti effettivamente accorsi (a sinistra) con quelli che si sarebbero avuti con la cassa di laminazione in funzione (a destra)</i> | 70 |
| <i>Figura 56 Bacino idrografico del Fiume Pescara</i> | 71 |
| <i>Figura 57 Modifica degli idrogrammi di piena ad opera dei fattori "A"</i> | 72 |
| <i>Figura 58 Modifica degli idrogrammi di piena ad opera dei fattori "A"</i> | 72 |
| <i>Figura 59 Foto evento gennaio 2017</i> | 73 |
| <i>Figura 60 Planimetria delle vasche</i> | 74 |
| <i>Figura 61 Planimetria delle vasche "A"</i> | 74 |
| <i>Figura 62 Idrogrammi di piena</i> | 75 |
| <i>Figura 63 Idrogrammi di piena</i> | 75 |
| <i>Figura 64 Idrogrammi di piena - Stato di fatto e Progetto</i> | 76 |
| <i>Figura 65 Effetti idraulici a valle delle opere</i> | 76 |
| <i>Figura 66 Curve di danno potenziale</i> | 77 |
| <i>Figura 67: Fiume Pescara, idrometro a lettura presso la città di Pescara</i> | 82 |
| <i>Figura 68 Fiume Pescara, idrometrografo di Maraone (Popoli, Pescara)</i> | 83 |
| <i>Figura 69 Biferno a Ponte Liscione, Guardialfiera (Campobasso), anni '60, prima dell'invaso</i> | 84 |
| <i>Figura 70 Biferno a Colle D'Anchise (Campobasso), misure di portata</i> | 85 |
| <i>Figura 71 Idrometrografo sul Lago di Scanno (L'Aquila)</i> | 85 |
| <i>Figura 72 Termine (Cagnano Amiterno, L'Aquila), stazione termopluviografica</i> | 86 |
| <i>Figura 73 Stazione di L'Aquila, ottobre 1948</i> | 86 |
| <i>Figura 74 Pescara, Via Conte di Ruvo. Alluvione 1934</i> | 87 |
| <i>Figura 75 Pescara, Via Gabriele D'Annunzio. Alluvione 1934</i> | 87 |
| <i>Figura 76 Pescara, area golenale. Alluvione 1992</i> | 88 |
| <i>Figura 77 Pescara, area golenale. Alluvione 1992</i> | 88 |
| <i>Figura 78 Stazione Pescara a Santa Teresa. Alluvione 2013</i> | 89 |
| <i>Figura 79 Cepagatti località Villareia - Chieti Scalo, zona commerciale. Alluvione 2013</i> | 89 |
| <i>Figura 80 Diga di Alanno nei Comuni di Scafa e Alanno. Alluvione 2013</i> | 90 |
| <i>Figura 81 Pescara, area golenale. Alluvione 2013</i> | 90 |

Indice delle tabelle

| | |
|--|----|
| <i>Tabella 1 Risorse economiche stanziare nell'anno 2014.</i> | 12 |
| <i>Tabella 2 Risorse economiche stanziare nell'anno 2015.</i> | 13 |
| <i>Tabella 3 Risorse economiche stanziare nell'anno 2016.</i> | 13 |
| <i>Tabella 4 Risorse economiche stanziare nell'anno 2017.</i> | 13 |
| <i>Tabella 5 Totale Entrate da Tariffario (L.R. n.1/2012, L.R. n.1/2014, DGR 315/2014) e</i> | 13 |
| <i>Tabella 6 Costi interventi di manutenzione programmata.</i> | 14 |
| <i>Tabella 7 Proiezione delle risorse necessarie per la gestione delle attività ordinarie nel triennio 2018-2020.</i> | 14 |
| <i>Tabella 8 Tempo di latenza Regione per Regione.</i> | 17 |
| <i>Tabella 9 tabella delle precipitazioni annuali di massima intensità in tre ore espresse in mm</i> | 23 |
| <i>Tabella 10 Evoluzione della configurazione della rete di monitoraggio</i> | 46 |

Il Centenario del Servizio Idrografico Nazionale offre l'occasione per ripercorrere il lungo e prezioso lavoro compiuto nel corso di decenni nei quali l'Ufficio di Pescara si è distinto come fiore all'occhiello di un sistema che oggi riacquista una rinnovata centralità in un contesto ambientale caratterizzato da numerose e nuove criticità.

L'aumento della frequenza, dell'intensità e dell'impatto dei disastri naturali che hanno coinvolto negli ultimi anni anche la nostra regione, causando danni ingenti alla popolazione, ci inducono ad avere sempre una maggiore attenzione in termini di prevenzione. Allo stesso modo, lavorare per ridurre i rischi vuol dire non solo tutelare l'incolumità dei cittadini, ma anche evitare situazioni emergenziali che mettono a dura prova le capacità delle istituzioni sempre più spesso costrette ad affrontare consistenti costi economici, sociali ed ambientali. In tal senso, il ruolo che l'Ufficio idrografico e mareografico della Protezione Civile è cruciale per garantire livelli adeguati di sicurezza.

La difesa del suolo e la corretta gestione delle risorse idriche sono sfide sempre più complesse che solo un sistema efficiente e preparato è in grado di affrontare e, per raggiungere questi importanti obiettivi, è indispensabile una risposta concreta in termini di politiche coordinate di prevenzione. È necessario, altresì, investire sulla riduzione dei rischi e in tale senso spetta a chi amministra il compito di ragionare con lungimiranza sviluppando un'attenta programmazione.

La mitigazione del dissesto idrogeologico è senza dubbio un tema preminente che ritengo vada inserito in cima alla lista delle priorità. È quanto mai indispensabile coinvolgere tutti gli attori interessati in modo da poter sviluppare un'adeguata politica di gestione dei rischi. Inoltre, è del tutto evidente l'importanza di quei soggetti, come l'ufficio idrografico e mareografico, che svolgono una funzione di monitoraggio: un contributo che assume un'importanza rilevante non solo nelle fasi dell'emergenza ma anche e soprattutto nel processo di prevenzione e pianificazione. Alle istituzioni spetta l'onere di saper rispondere ai cambiamenti globali modulando le proprie azioni in modo da governare e difendere il territorio e le comunità ivi residenti.

Il mio impegno, in tal senso, sarà massimo e finalizzato ad assicurare le risorse umane e finanziarie necessarie per raggiungere questi obiettivi che mi stanno molto a cuore.

La nostra Regione può vantare un territorio tanto meraviglioso quanto fragile che dobbiamo difendere con convinzione e determinazione. A noi spetta il compito di tutelare le nostre ricchezze naturali in modo che restino un tesoro da conservare e tramandare ai nostri figli auspicando che facciano loro anche la cultura della prevenzione.

*Lorenzo Sospiri
Presidente del Consiglio della Regione Abruzzo*

RELAZIONI INTRODUTTIVE

Il Convegno per il centenario della fondazione del Servizio Idrologico Nazionale: 100 anni di idrografico 1918 - 2018 riveste sicuramente un carattere celebrativo per le attività svolte ma è anche l'occasione per riflettere sullo stato dell'arte ed avviare una riflessione sul ruolo degli uffici e servizi idrografici - mareografici nelle politiche di mitigazione e riduzione dei rischi da disastri naturali da adottare in un quadro climatico in rapida evoluzione.

Viviamo in un mondo sempre più interconnesso e quindi non possiamo non rivolgere uno sguardo in ambito internazionale per rilevare che negli ultimi decenni si osserva un incremento della frequenza, dell'intensità e dell'impatto dei disastri "naturali".

Tale aumento appare, infatti, sempre più correlato con la crescita differenziata della popolazione (si pensi al popolamento delle aree di pianura e costiera), l'urbanizzazione non sostenibile dei territori sensibili, la scarsa gestione dei suoli ed il conseguente degrado degli ecosistemi naturali.

In Europa, l'esposizione di persone e beni ai pericoli idraulici tende ad aumentare più velocemente delle attività poste in essere per la riduzione della vulnerabilità generando così nuovi rischi e un incremento dell'impatto economico, sociale, sanitario, culturale e ambientale nel breve, medio e lungo termine. In Italia, nel periodo compreso tra il 1975 ed il 2015, si osserva un incremento del 28% della popolazione italiana esposta ai rischi idraulici a fronte di un incremento demografico stimato pari al 5%.

Se volgiamo il nostro sguardo alla scala locale e lo limitiamo al solo dissesto idrogeologico (movimenti franosi ed eventi alluvionali) osserviamo che circa il 16,9 % del territorio regionale (montano-collinare) è interessato dalla presenza di movimenti franosi la cui natura determina condizioni di pericolosità da elevata (P3) a molto elevata (P4). Nelle aree di pianura ampi settori risultano esposti alla pericolosità idraulica dei corsi d'acqua che li attraversano (ISPRA, 2018).

In un quadro di dissesto idrogeologico favorito dai naturali assetti geologici e geodinamici la forzante meteo-marina, sovente associata ad eventi meteorici intensi (cfr. evento 2017) e localizzati, contribuisce ad incrementare tale quadro di pericolosità.

Anche in Abruzzo, coerentemente con i principali trend sopra accennati, i processi geomorfologici ed alluvionali insistono su un territorio che, sebbene presenti elevate condizioni di naturalità, presenta un consumo di suolo pro capite pari a 415 mq/ab con punte che, a scala provinciale, arrivano a 561 mq/ab. Questo dato sembra dunque riflettersi sul fatto che tutti i comuni abruzzesi presentino, sia pur con gradi diversi, condizioni di pericolosità idrogeologica.

Tale quadro si riflette sui fabbisogni economici manifestati annualmente dai comuni. Per conoscere i fabbisogni economici ed effettuare una corretta programmazione delle richieste di finanziamento volte alla realizzazione di interventi strutturali di mitigazione del rischio idrogeologico sono stati adottati, ai sensi del DPCM 28.05.2015, specifici criteri e modalità che trovano la loro espressione nella piattaforma informatica denominata Repertorio Nazionale degli Interventi per la Difesa del Suolo (in seguito ReNDiS-web).

Relativamente alla Regione Abruzzo i dati tecnici contenuti nel ReNDiS-web evidenziano richieste di intervento su circa 747 località con profili di pericolosità e di rischio specifici per un importo complessivo stimabile in circa € 1,2 miliardi.

Le politiche di difesa del suolo attuate nel corso degli anni hanno sicuramente favorito l'adozione di politiche di gestione del rischio e determinato una riduzione nel numero delle perdite di vite umane ciononostante ogni anno le persone vengono colpite da disastri "naturali" ed i danni socioeconomici ad essi correlati continuano ad aumentare.

Una prima riflessione che si può fare dall'analisi dei suddetti dati è un ripensamento del tradizionale approccio strutturale nelle attività di difesa del suolo dagli eventi alluvionali e franosi. Questo cambiamento di paradigma è contenuto nel richiamato DPCM 28.05.2015 ove è precisato che le risorse economiche siano prioritariamente destinate alla realizzazione di interventi sia di mitigazione del rischio sia alla tutela e al recupero degli ecosistemi e della biodiversità ovvero che integrino gli obiettivi della direttiva 2000/60/CE e della direttiva 2007/60/CE.

La necessità di modificare l'approccio alle politiche di riduzione dei rischi da disastri naturali non trova ancora piena applicazione in Italia ed in Europa sebbene da anni siano state elaborate ed adottate numerose strategie qui sintetizzate nel loro sviluppo storico:

- *International Framework for Action (1989): strategie ed azioni predisposte nell'ambito del Decennio Internazionale per la Riduzione delle Catastrofi Naturali.*
- *Strategia Internazionale per la Riduzione delle Catastrofi del 1999.*

- *Yokohama Strategy for a Safer World (1994): Linee guida per la prevenzione delle catastrofi naturali, Preparazione e mitigazione e Piano di azione.*
- *Hyogo Framework for Action (HFA) 2005-2015: strategia volta a costruire la resilienza delle nazioni e delle comunità ai disastri.*
- *Sendai Framework per la riduzione del rischio da disastri 2015-2030: strategia attualmente in vigore adottata dagli Stati Membri delle Nazioni Unite (UN) nell'ambito della Terza conferenza mondiale delle Nazioni Unite tenutasi a Sendai (Giappone, 18 Marzo, 2015) ed approvata dall'Assemblea Generale delle Nazioni Unite il 3 giugno 2015.*

Rimandando alla lettura dei numerosi documenti che accompagnano la Strategia di Sendai per la riduzione del rischio da disastri 2015-2030 ci limitiamo ad enunciare le azioni prioritarie che dovrebbero venire declinate secondo le diverse specificità a scala europea, nazionale e locale:

- *Priorità 1: Capire il rischio da catastrofe;*
- *Priorità 2: Rafforzare la governance del rischio da catastrofe ai fini della sua gestione;*
- *Priorità 3: Investire nella riduzione dei rischi ai fini della resilienza;*
- *Priorità 4: Migliorare la preparazione alle catastrofi per una risposta efficace e per realizzare pratiche di «Build Back Better» nelle fasi di recupero, ripristino e ricostruzione.*

Il contributo dell'Unione Europea nell'implementazione della Strategia di Sendai si limita al momento nella definizione di un approccio che al momento è mirato all'informazione sul rischio da catastrofi in tutte le politiche dell'UE (Commission Staff Working Document – SWD (2016)305 final/2).

In tale contesto le tradizionali attività dei Servizi e degli Uffici Idrografici e Mareografici Regionali, auspicabilmente coordinate e condivise a scala nazionale, assumono un particolare rilievo poiché parte integrante delle politiche di attuazione della Strategia di Sendai per la riduzione del rischio da disastri 2015-2030.

I dati idrologici e mareografici e le loro elaborazioni statistiche assumono particolare rilievo nel cosiddetto ciclo integrato della gestione dei rischi e nella definizione degli scenari di pericolosità idrogeologica ossia nella predisposizione di un approccio multirischio che dovrebbe trovare il suo diretto riscontro nelle politiche di prevenzione ma anche di pianificazione distrettuale (D. Lgs. n. 152/2006 e s.m.i.).

Nel concludere questa Relazione introduttiva ed in attesa di conoscere le risultanze tecniche degli interventi successivi è possibile evidenziare che le strategie internazionali sono sempre più orientate a comprendere la natura dei rischi e ad investire nelle attività di prevenzione e verso una gestione sostenibile dei territori per garantire il soddisfacimento dei bisogni futuri in un quadro economico in cui la spesa pubblica appare non illimitata.

Sebbene il quadro normativo europeo e nazionale non contempra l'adozione della Strategia di Sendai per la riduzione del rischio da disastri 2015-2030 sarebbe auspicabile che le sue priorità trovassero riscontro nel governo del rischio da calamità naturale e nelle attività dei Servizi regionali deputati secondo approcci multidisciplinari ed analisi multirischio.

L'augurio che rivolgiamo in occasione dell'odierno Convegno per il centenario della fondazione del Servizio Idrologico Nazionale 100 anni di idrografico 1918 - 2018 è quello di trovare un rinnovato impulso nelle porre in essere tutte quelle azioni che migliorino la capacità di risposta e di resilienza del nostro territorio regionale alle calamità naturali.

*Rocco Emidio Primavera
Direttore Dipartimento Infrastrutture, Trasporti, Mobilità, Reti e Logistica
Regione Abruzzo*

Il nostro territorio regionale è ricco di bellezze naturali, ma è altrettanto fragile per le sue caratteristiche geologiche, morfologiche e idrografiche.

La lunga esperienza maturata nel campo delle emergenze di Protezione Civile, in qualità di Dirigente del relativo Servizio regionale, mi ha consentito di conoscerlo profondamente, anche attraverso gli eventi eccezionali che hanno comportato numerose emergenze come l'alluvione del 2013, gli eventi del marzo 2015 e la "tempesta perfetta" di gennaio 2017.

Attualmente mi è stato conferito l'incarico di Dirigente del Servizio Programmazione Attività di Protezione civile, cui è assegnato l'Ufficio Idrografico e Mareografico che svolge l'essenziale compito di raccolta, concentrazione, elaborazione, archiviazione e validazione dei dati rilevati nel territorio attraverso la rete in telemisura nel tempo differito, ma anche in quello reale a supporto del Centro Funzionale.

Sono informazioni preziose e indispensabile sia per la gestione delle emergenze, sia per la pianificazione d'emergenza.

In primo luogo, attraverso i dati rilevati è possibile individuare le zone ove si stanno verificando le precipitazioni e lo stato dei livelli idrometrici che consentono di avere contezza della tipologia di evento che sta interessando il territorio e di valutare l'opportunità dell'attivazione del sistema di protezione civile.

Sul lungo periodo, invece, i dati raccolti, elaborati statisticamente e probabilisticamente, permettono di valutare la distribuzione spaziale e temporale delle precipitazioni nonché l'intervallo massimo di tempo, in anni, che può trascorrere in termini probabilistici affinché il valore di una precipitazione o di un'altra grandezza idrologica possa essere uguagliato o superato (tempo di ritorno). Inoltre, elaborando statisticamente i valori delle precipitazioni giornaliere vengono ricavati, per il periodo di osservazione, i valori medi, massimi e minimi giornalieri, mensili e annui nelle stazioni della rete.

Questa importante attività consente, quindi, la conoscenza degli scenari di evento e quindi la possibilità di pianificare e realizzare efficacemente azioni di protezione civile, di mitigazione del rischio attraverso il controllo e monitoraggio del territorio (presidio territoriale e sistemi di monitoraggio locali) e la realizzazione tempestiva delle azioni previste nel modello di intervento del piano.

L'Ufficio Idrografico e Mareografico di Pescara, nel contesto di Protezione civile nazionale, si è distinto negli anni per l'eccellenza del lavoro svolto che proseguirà con il medesimo impegno e dedizione al servizio della collettività non solo regionale, ma anche nazionale determinando ricadute positive anche in tanti settori connessi legati non solo alla pubblica incolumità, ma anche all'ambiente, all'urbanistica, alla pianificazione territoriale, ai trasporti e alle infrastrutture in generale.

*Silvio Liberatore
Dirigente del Servizio Emergenze di Protezione Civile
Regione Abruzzo*

A nome personale e dell'Ordine dei Geologi della Regione Abruzzo, che ho il privilegio di rappresentare, porgo a tutti i presenti in sala, ai rappresentanti delle istituzioni, del mondo accademico, alle colleghe e colleghi, un cordiale saluto ed un doveroso e sentito ringraziamento al Servizio Idrografico e Mareografico della Regione Abruzzo e, in particolare, al Geol. Giancarlo Boscaino ed ai suoi collaboratori per l'eccellente organizzazione di questo evento.

Dagli interventi che mi hanno preceduto è emersa chiaramente l'importanza per il territorio di avere un Ufficio Idrografico e Mareografico organizzato ed efficiente.

Viviamo in una Regione in cui le criticità idrogeologiche hanno raggiunto livelli preoccupanti, siamo costantemente in emergenza ed il rischio alluvioni, in alcune aree, è sempre più elevato.

Bastano delle precipitazioni più abbondanti per far sì che zone più o meno estese del nostro territorio siano allagate con pericoli per le persone e gravi danni ai manufatti ed alle infrastrutture.

È una situazione che ci trasciniamo da tanti anni eppure è sempre stato investito pochissimo per la conoscenza dello stato dei corsi d'acqua, le misure di portata sono state interrotte da anni, non abbiamo indicazioni recenti sul loro regime idrometrico e sulle interferenze con le infrastrutture.

Abbiamo pochissime informazioni anche sullo stato e sulle caratteristiche delle nostre sorgenti: l'Abruzzo è una regione particolarmente ricca d'acqua, per di più di elevata qualità, basti pensare alle grandi strutture acquifere della Maiella e del Gran Sasso, eppure da anni sono state ridotte drasticamente le misure sulle loro portate e non abbiamo indicazioni recenti sul loro regime stagionale.

Mancano i dati aggiornati di misure pluviometriche e termometriche, le centraline sono poche, mal distribuite e molte non funzionano da anni, le ultime pubblicazioni risalgono a qualche anno fa.

Eppure, tutti questi dati sono fondamentali per chiunque operi a vario titolo sul territorio e, in particolare, nell'ambito della pianificazione territoriale e della mitigazione del rischio idraulico ed idrogeologico.

Io spero, quindi, che questa giornata non sia solo celebrativa, non sia solo per ricordare il centenario della nascita del Servizio Idrografico Nazionale, ma serva principalmente a rafforzare la consapevolezza della necessità di rivalutare e potenziare l'Ufficio Idrografico e Mareografico Regionale, un ufficio per troppi anni trascurato e che oggi sappiamo essere in grosse difficoltà.

È urgente che venga rivalutato e riorganizzato affinché possa svolgere al meglio le funzioni principali per cui è stato istituito, ossia uniformare, organizzare e rendere disponibili le misurazioni pluviometriche, idrometriche e mareografiche e che, se ben organizzato, potrebbe svolgere una importante attività di prevenzione del rischio alluvioni attraverso il controllo costante dei corsi d'acqua e delle infrastrutture che interferiscono con essi.

Abbiamo un efficiente servizio di Protezione civile ed un Centro Funzionale di eccellenza, ma in un'ottica di prevenzione del rischio idrogeologico e idraulico non possiamo non avere un servizio Idrografico che controlli lo stato dei corsi d'acqua e dia indicazioni in tempo reale.

Ovviamente, per fare ciò è indispensabile che l'attuale ufficio sia potenziato in termini di attrezzature, di stazioni pluviometriche e di personale, sia tecnico (ingegneri, geologi, geometri) sia informatico, per far sì che i dati (pluviometrici, idrometrici, ecc) siano facilmente reperibili e fruibili, in quanto fondamentali per qualsiasi progetto di pianificazione territoriale o per qualsiasi corretto intervento di mitigazione del rischio idrogeologico.

Sappiamo bene che in questa regione l'accesso ai dati ed alle basi cartografiche non è mai stato facile. Oggi la situazione è certamente migliore di qualche anno fa, è stato creato un geoportale da cui possiamo attingere molte informazioni ma anche questo, probabilmente per la solita carenza di personale, sta invecchiando, ha bisogno di aggiornamento costante e di nuova produzione cartografica.

Ritengo che sia necessaria un'inversione di tendenza, che la Regione investa sempre di più per la conoscenza del territorio e la condivisione gratuita dei dati e delle cartografie tematiche.

A mio avviso sarebbe opportuno, però, che l'Ufficio Idrografico venga visto anche nell'ottica di una riorganizzazione degli uffici regionali che preveda la costituzione di un servizio specifico dove confluiscono tutti gli uffici che si occupano, a vario titolo, di problematiche e criticità del territorio e che si debba esprimere, come unico interlocutore, su tutti gli strumenti di pianificazione territoriale proprio sulla base ed il confronto degli studi e delle cartografie tematiche disponibili o che la Regione produrrà (PAI - PSDA - Carta delle Valanghe, Microzonazione sismica, erosione costiera, ecc).

Un settore specifico che, a mio avviso, dovrebbe essere distinto dal settore "Programmazione degli interventi" e dalla "Protezione Civile".

Non voglio sottrarre altro tempo agli interventi tecnici che sono tanti e tutti di altissimo livello.

Nel ringraziare nuovamente gli organizzatori per questo evento non posso che ribadire la piena disponibilità dell'Ordine dei Geologi della Regione Abruzzo ad un rapporto di proficua collaborazione ed interscambio di idee per tutte quelle attività per cui l'Ufficio Idrografico vorrà coinvolgerci, come da anni facciamo con la Protezione Civile Regionale.

Nicola Tullo

Presidente Ordine dei Geologi della Regione Abruzzo

INTERVENTI TECNICI

Il Centro Funzionale e le attività di raccordo con l'Ufficio Idrografico e Mareografico
*Antonio Iovino * Dirigente Servizio Programmazione Attività di Protezione Civile*
Responsabile Centro Funzionale Regione Abruzzo

Premessa

La Direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri del 27 febbraio 2004 “Indirizzi operativi per la gestione organizzativa e funzionale del sistema di allertamento nazionale, statale e regionale per il rischio idrogeologico ed idraulico ai fini di protezione civile” definisce i rapporti di responsabilità nel processo di emanazione dell’allerta per il rischio meteorologico, idrogeologico ed idraulico, formalizzando, nel rispetto delle autonomie regionali, un sistema di allertamento nazionale condiviso.

Con tale Direttiva viene istituita la rete dei Centri Funzionali costituita da un Centro Funzionale Centrale presso il Dipartimento della Protezione Civile Nazionale e da Centri Funzionali Decentrati presso ciascuna regione o provincia autonoma. Ciascun centro funzionale regionale ha la competenza per l’allertamento della catena operativa di protezione civile nel proprio territorio.

Il Centro Funzionale d’Abruzzo

La Regione Abruzzo, con la L.R. 1 ottobre 2007, n. 34 “Disposizioni di adeguamento normativo e per il funzionamento delle strutture”, all’art. 22 ha provveduto ad istituire il Centro Funzionale d’Abruzzo, di seguito indicato come CFA che “svolge le funzioni di accentramento di tutti i dati strumentali e di monitoraggio su scala regionale, di previsione di scenari di rischio meteo-idrologico, ambientale e sismico, di allertamento e di supporto decisionale al sistema di Protezione Civile regionale e nazionale per tutte le tipologie di rischio, nell’ambito della rete dei Centri Funzionali.”

Il CFA svolge principalmente attività di previsione, monitoraggio e sorveglianza in tempo reale degli eventi e di valutazione dei conseguenti effetti sul territorio ed è preposto alla gestione del sistema di allertamento per il rischio meteorologico, idrogeologico, idraulico e di suscettività all’innesco degli incendi boschivi. Si occupa, inoltre, di pianificazione di emergenza fornendo supporto in forma gratuita ai Comuni per la predisposizione e l’aggiornamento dei Piani Comunali di Emergenza, in accordo a quanto stabilito dalla DGR n. 78 del 10.02.2014 sulla base delle linee guida approvate in ultima revisione con DGR n. 521 del 23.07.2018.

Il Centro Funzionale d’Abruzzo ha un proprio Atto di organizzazione approvato con DGR n. 668/2012 e modificato con DGR n. 894/2012 che ne definisce la struttura organizzativa in base a quanto previsto dall’art.22 della LR n.34 del 2007 e lo designa quale struttura indipendente di alta specializzazione dotata di autonomia tecnico-funzionale, organizzativa, finanziaria e patrimoniale che opera in coordinamento funzionale con la competente Direzione regionale della Protezione Civile.

Il CFA opera, pertanto, come centro funzionale multirischio di protezione civile, svolgendo funzioni tecnico-scientifiche di accertamento e integrazione di tutti i dati strumentali, di osservazione e monitoraggio, disponibili sul territorio regionale e utili alla elaborazione di scenari di previsione, di rischio e di danno per le seguenti tipologie di rischio/evento: meteorologico, idrogeologico ed idraulico, incendi boschivi.

Con DPGR n. 65 del 18.09.2014, il Centro Funzionale d’Abruzzo è stato dichiarato attivo e operativo a partire dal 1.10.2014 per l’allertamento per il rischio idrogeologico. A partire da tale data CFA provvede in modo autonomo alla valutazione delle criticità idrogeologiche/idraulica prevista per le zone di allerta della regione a ad emettere in caso di necessità gli Avvisi di Criticità idrogeologica regionale.

Il 27.02.2009 il Centro Funzionale ha ottenuto dall’Ente certificatore IMQ la certificazione di Qualità ISO 9001:2008 con Certificato 9159.RGAB per l’allertamento per il rischio meteo, idro, incendi e per la pianificazione di emergenza. Nel corso del 2017 il CFA ha adeguato il proprio sistema di qualità alla nuova norma ISO 9001:2015 che tuttora mantiene, a seguito della visita di sorveglianza tenutasi in data 12.12.2018.

Ai fini della valutazione della situazione meteorologica e idrologica attesa, con particolare riferimento agli effetti al suolo e al monitoraggio delle precipitazioni e dei livelli idrometrici dei corsi d’acqua monitorati, il Centro Funzionale si avvale di Reti di rilevamento dati al suolo (Rete Regionale in telemisura), della Rete Radar e dei dati provenienti da Piattaforme Satellitari.

Il Centro Funzionale utilizza dal 2015 per l’allertamento una piattaforma multicanale denominata Allarmeteo. Il sistema si basa sull’invio simultaneo e multicanale di avvisi e informative tramite una piattaforma web raggiungibile all’indirizzo internet <http://allarmeteo.regione.abruzzo.it>. Tale avanzato

strumento tecnologico, frutto di un'intensa attività collaborativa con l'Università de L'Aquila, permette di contattare con immediatezza i referenti degli Enti che partecipano al sistema di allertamento regionale e consente di pubblicare e diffondere i bollettini di criticità, le previsioni metereologiche e le allerte. A seguito di segnalazione, questa è instradata ai destinatari tramite e-mail, PEC, SMS, pubblicata automaticamente sul portale della Regione Abruzzo, e resa disponibile via RSS ed è pubblicata sui principali social network Twitter, Facebook e Google+. Inoltre, Allarmeteo offre una App per dispositivi mobili Android e iOS che i cittadini possono scaricare gratuitamente e che consente all'utente di ricevere ed effettuare segnalazioni divenendo parte attiva del sistema di allertamento.

Le attività in collaborazione con l'Ufficio Idrografico e Mareografico

Il CFA collabora per numerose attività di carattere tecnico-amministrativo con il Servizio Idrografico e Mareografico quali:

- gestione della rete in telemisura e gestione delle procedure di appalto dei servizi di manutenzione con predisposizione relativi contratti;
- redazione di documenti tecnico-amministrativi indirizzati all'adeguamento funzionale ed operativo della rete in telemisura;
- interfaccia con le Ditte specializzate per la manutenzione della rete;
- fornitura dei dati della rete in telemisura in accordo alla LR n.1/2012 e s.m.i. e al tariffario approvato con DGR 315/2014;
- attività previste nella convezione con il CETEMPS per il supporto all'Ufficio Idrografico;
- supporto alla gestione dei rapporti con gli Osservatori Idrografici.

La collaborazione con il Servizio Idrografico e Mareografico avviene inoltre per le seguenti attività di carattere specificatamente tecnico quali:

- controllo dei flussi di dati della Rete in Telemisura tra l'Ufficio Idrografico e Centro Funzionale;
- procedure per il monitoraggio di nuove stazioni installate sulla rete in telemisura;
- verifica generale dei dati climatologici;
- effettuazione di sopralluoghi per la verifica della rete in telemisura;
- supporto all'implementazione e validazione dei dati pubblicati sugli Annali Idrologici;
- collaborazione e supporto per l'attività di misura di portata dei fiumi.

Nell'ambito dei compiti specificatamente assegnati ai Centri Funzionali dalla PCM del 27 febbraio 2004 cioè "confluire, concentrare ed integrare tra loro:

- i dati qualitativi e quantitativi rilevati dalle reti meteo idro-pluviometriche, dalla rete radarmeteorologica nazionale, dalle diverse piattaforme satellitari disponibili per l'osservazione della terra;
- i dati territoriali idrologici, geologici, geomorfologici e quelli derivanti dai sistemi di monitoraggio delle frane;
- le modellazioni meteorologiche, idrologiche, idrogeologiche ed idrauliche".

Il Centro Funzionale ha investito ingenti risorse finanziarie attingendo da Fondi regionali, Fondi POR-FESR Abruzzo, Fondi comunitari (Programma IPA-Adriatic) al fine di potenziare e ammodernare le infrastrutture di Sala Operativa e Centro Funzionale, la rete in telemisura e la rete radar.

Nelle tabelle n.1, 2, 3,4 sono riportati gli importi finanziati a tal fine nel periodo 2014-2017.

| 2014 | |
|---|---------------------|
| Autonomia e Potenziamento delle Infrastrutture di rete della Sala Operativa e del Centro Funzionale d'Abruzzo | € 248.000,00 |
| Fornitura ed installazione di sistemi di allerta per la protezione dei sottopassi | € 280.000,00 |
| Fornitura di un sistema radar meteorologico e servizi connessi | € 285.000,00 |
| TOT. | € 813.000,00 |

Tabella 1 Risorse economiche stanziare nell'anno 2014.

| 2015 | |
|---|---------------------|
| Ammodernamento, razionalizzazione e potenziamento della rete in telemisura per il rilievo dei parametri idrometeorologici della Regione Abruzzo | € 177.000,00 |
| Ottimizzazione e ammodernamento del sistema regionale di protezione civile | € 92.000,00 |
| Ammodernamento del Radar Meteorologico di Monte Midia | 410.000,00 |
| TOT. | € 679.000,00 |

Tabella 2 Risorse economiche stanziare nell'anno 2015.

| 2016 | |
|--|---------------------|
| Ammodernamento ed integrazione di parte della rete di monitoraggio in telemisura della Regione Abruzzo | € 200.000,00 |
| Razionalizzazione ripetitori della rete in telemisura della Regione Abruzzo | € 91.000,00 |
| Fornitura di un sistema radar meteorologico e servizi connessi | € 182.000,00 |
| Fornitura di una piattaforma web per la visualizzazione dati con accesso remoto e riservato | € 12.000,00 |
| TOT. | € 485.000,00 |

Tabella 3 Risorse economiche stanziare nell'anno 2016.

| 2017 | |
|--|---------------------|
| Acquisto stazioni rilocabili e riparazione stazione Idrometrica | € 58.000,00 |
| Potenziamento ed ammodernamento della rete regionale in telemisura | € 302.000,00 |
| Integrazione di sensori per il rilievo dell'umidità del suolo | € 148.000,00 |
| Manutenzione straordinaria Server Ufficio Idrografico | € 15.000,00 |
| TOT. | € 523.000,00 |

Tabella 4 Risorse economiche stanziare nell'anno 2017.

In attuazione della LR n.1/2012 modificata con LR n.1/2014 ed in applicazione al Tariffario approvato con DGR 315/2014 CFA provvede, in collaborazione con il Servizio Idrografico e Mareografico, all'attività di fornitura dei dati idrometeorologici della rete in telemisura alla fornitura di Bollettini e Prodotti personalizzati quali ad esempio analisi meteo-idrologica di eventi (Rapporto di Evento), a commenti meteorologici e al rilascio di informazioni su dati tecnici. Inoltre, sono previste condizioni particolari per la fornitura di dati in tempo reale e convenzioni per la ricezione delle allerte diffuse dal CFA.

Nelle tabelle di seguito sono riportati le entrate provenienti dalla fornitura di dati e prodotti sopra menzionati sulla base del tariffario approvato con DGR n. 315/2014 e quelli derivanti dalla stipula di convenzioni.

| Anno | Entrate da fornitura dati rete in telemisura | Entrate da Convenzioni | Entrate totali |
|------|--|------------------------|-------------------------|
| 2014 | € 13.000,00 | € 6.000,00 | € 19.000,00 |
| 2015 | € 12.700,00 | € 6.000,00 | € 18.700,00 |
| 2016 | € 24.000,00 | € 6.000,00 | € 30.000,00 |
| 2017 | € 47.000,00 | € 30.000,00 | € 77.000,00 |
| 2018 | (\$ € 20.000,00) | (\$ € 21.000,00) | (\$ € 41.000,00) |

Tabella 5 Totale Entrate da Tariffario (L.R. n.1/2012, L.R. n.1/2014, DGR 315/2014) e dalla stipula di convenzioni con altri soggetti pubblici e privati.

Tutte le risorse economiche sopra riportate pari a circa 36.000 euro/anno sono state utilizzate per la copertura dei costi delle attività di manutenzione della rete in telemisura andando a coprire circa il 15% di questi ultimi.

Si riportano di seguito i costi di manutenzione programmata nel periodo 2014-2017:

| Anno | Rete in Telemisura | Radar* |
|------|--------------------|-------------|
| 2014 | € 165.000,00 | ** |
| 2015 | € 175.000,00 | ** |
| 2016 | € 210.000,00 | ** |
| 2017 | € 240.000,00 | € 74.500,00 |

* Contratto 2017-2019 tot. € 253.000,00 x 3 annualità

** Effettuata nell'ambito della Convenzione CETEMPS

Tabella 6 Costi interventi di manutenzione programmata.

Si riporta infine una proiezione delle risorse necessarie per la gestione delle attività ordinarie nel triennio 2018-2020.

| Anno | Rete Telemisura | Radar | Misure di Portata e Modelli Idrologici | Gestione Piattaforme (Allarmeteo) | TOT. |
|------|-----------------|-------------|--|-----------------------------------|--------------|
| 2018 | € 260.000,00 | € 89.250,00 | € 120.000,00 | € 35.000,00 | € 504.250,00 |
| 2019 | € 260.000,00 | € 89.250,00 | € 120.000,00 | € 30.000,00 | € 499.250,00 |
| 2020 | € 250.000,00 | € 75.000,00 | € 120.000,00 | € 25.000,00 | € 470.000,00 |

Tabella 7 Proiezione delle risorse necessarie per la gestione delle attività ordinarie nel triennio 2018-2020.

Conclusioni

Il Centro Funzionale d'Abruzzo, da sempre impegnato nel miglioramento continuo del proprio servizio a salvaguardia della pubblica e privata incolumità, continuerà negli anni a lavorare in collaborazione con l'Ufficio Idrografico e Mareografico alle attività di manutenzione e di ammodernamento e potenziamento della rete regionale in telemisura e delle attrezzature Radar al fine di rendere sempre più efficace l'attività di monitoraggio.

L'integrazione delle reti di monitoraggio regionali

Mario Barbani * Dipartimento Nazionale della Protezione Civile

Come noto, con il Con il D.Lgs. 31 marzo 1998, n. 112, relativo al conferimento di funzioni e compiti amministrativi dello Stato alle Regioni ed agli enti locali ed il conseguente trasferimento delle competenze del Servizio Idrografico Nazionale, la proprietà delle reti di monitoraggio idro - pluviometrico è passata inizialmente alla Presidenza del Consiglio dei Ministri - Dipartimento dei servizi tecnici nazionali - Servizio idrografico e mareografico e, successivamente, con la Direttiva PCM 27/02/2004 "Indirizzi operativi per la gestione organizzativa e funzionale del sistema di allertamento nazionale e regionale per il rischio idrogeologico ed idraulico ai fini di protezione civile", alle Regioni e alle Province Autonome le quali hanno accentrato queste reti presso il proprio Centro Funzionale, comprese quelle ad esse trasferite ai sensi del DPCM 24 luglio 2002 (Uffici periferici del Dipartimento dei servizi tecnici nazionali - Servizio idrografico e

mareografico - Trasferimento alle Regioni), nonché quelle gestite da altri soggetti.

Il Centro Funzionale è la struttura predisposta per l'allertamento nazionale e regionale e svolge la funzione di supporto tecnico-scientifico alla decisione per la gestione di emergenze di protezione civile.

L'insieme dei Centri Funzionali Decentrati (di seguito CFD) presso le Regioni e Province Autonome, in aggiunta al Centro Funzionale Centrale (di seguito CFC) presso il Dipartimento di protezione civile (di seguito DPC) della Presidenza del Consiglio dei Ministri, determina la rete dei Centri Funzionali.

Secondo anche quanto stabilito nel Codice della protezione civile - D.lgs. del 02 Gennaio 2018, l'allertamento del Servizio nazionale (definito come attività di prevenzione non strutturale) è articolato in fasi di preannuncio in termini probabilistici, di monitoraggio e di sorveglianza in tempo reale degli eventi, al fine di valutare l'evoluzione degli scenari di rischio.

Si definisce monitoraggio, il controllo strumentale effettuato attraverso l'analisi dei dati provenienti dai sistemi di rilevamento disponibili (reti meteorologiche, satelliti, radar, etc.) attuata dalla Rete dei Centri Funzionali e finalizzata alla valutazione della pericolosità dell'evento in atto e, ove possibile, della sua evoluzione,



Figura 1 Mappa dei Centri Funzionali operativi o operativi solo per il settore idro.

nonché all'emissione di apposite comunicazioni e/o documenti con tali informazioni.

Per sorveglianza si intende, invece, l'attività di controllo visivo o strumentale effettuata in situ durante l'evento, finalizzata alla ricognizione degli effetti sul territorio, in particolare nei punti ritenuti critici, effettuato dai Presidi Territoriali e più in generale dagli Enti ed Organizzazioni preposte allo scopo dai diversi ordinamenti regionali e/o provinciali (*Fonte CSPC-GDL Monitoraggio*).

I Centri Funzionali sono suddivisi in un settore meteo ed un settore idro.

Entrambi i settori redigono documenti di previsione (Bollettini di Vigilanza, Avvisi Meteo, Bollettini di Criticità ed Avvisi di Criticità) ed effettuano monitoraggio (attraverso l'interpretazione delle informazioni provenienti dalla rete idro-pluviometrica, dai radar e da satellite).

Inizialmente il CFC, in attuazione di quanto indicato nella Direttiva PCM del 27/02/2004, ha svolto le funzioni dei CFD (per il principio di sussidiarietà) sia in ambito di emissione di bollettini ed avvisi previsionali che di monitoraggio e sorveglianza idraulica ed idrogeologica.

Col susseguirsi delle adozioni di operatività, attraverso le Delibere Regionali, i settori meteo ed idro dei CFD sono subentrati gradualmente al CFC nelle attività di allertamento regionale.

Ad oggi tutti i settori idro dei CFD sono stati dichiarati operativi e la conseguente emissione di Bollettini ed Avvisi di Criticità regionale è a capo delle Regioni stesse; tuttavia permangono ancora 8 Regioni (Umbria, Lazio, Abruzzo, Molise, Puglia, Basilicata, Calabria e Sicilia) per le quali non è ancora stata

riconosciuta e concordata con il DPC l'esistenza delle necessarie competenze, esperienze, capacità operative e strumentali nell'ambito delle previsioni meteorologiche (settore meteo).

In questo caso permane il regime di sussidiarietà ed il CFC continua ad assumersi la responsabilità nell'emissione di Bollettini ed Avvisi Meteorologici.

In figura 1 della pagina precedente è riportata la mappa dei Centri Funzionali operativi o operativi in parte.

Se dal punto di vista previsionale meteorologico (o del preannuncio, come espletato dal nuovo Codice di protezione civile) le Regioni hanno ancora qualche *défaillance* di carattere operativo, soprattutto al Centro-Sud, dal punto di vista del monitoraggio e della sorveglianza idraulica ed idrogeologica, attraverso la raccolta dei dati (strumentali e non), l'elaborazione e l'analisi in tempo reale, nonché l'assunzione di responsabilità di tali informazioni e valutazioni tramite emissione e diffusione di Avvisi e Bollettini di criticità, si ha piena condivisione con il DPC di tutte le informazioni provenienti dal territorio.

Dal momento che il CFC, tra l'altro, può svolgere ancora funzioni di sostituzione nei compiti di uno o più CFD, di generale sorveglianza idro-pluviometrica e radarmeteorologica, affiancando o nel caso sostituendo i CFD e predisporre per tutta la rete dei Centri Funzionali la mosaicatura delle informazioni prodotte dagli impianti radar meteorologici esistenti sul territorio nazionale, presso esso è necessario che confluiscono tutti i dati e prodotti delle reti a terra di proprietà regionale, nonché i dati e i prodotti satellitari e della Rete Radar Nazionale.

Inoltre, la rete di monitoraggio, per una gestione delle allerte corretta e fattiva, deve risultare efficiente in termini di disponibilità, continuità e tempestività del dato.

Le stazioni meteo-idro-pluviometriche in telemisura sono un insieme di strumenti che trasmettono dati in tempo reale; su di esse sono ubicati più sensori in grado di inoltrare i dati rilevati ai centri di raccolta e di elaborazione regionali e sono, come già detto, di proprietà regionale.

Col tempo tali stazioni sono state potenziate grazie all'applicazione di alcuni provvedimenti (legge 267/1998 "legge Sarno", legge 365/2000, "legge Soverato" e successive ordinanze di protezione civile) al fine di migliorare la capacità di osservazione e monitoraggio dei fenomeni ed ottimizzare l'uso dei dati in tempo reale ai fini di protezione civile.

Le stazioni (anagrafiche) a livello nazionale sono circa 5200 per un numero complessivo di sensori pari a circa 22.000, 4.000 pluviometri, 1.800 idrometri ed altri sensori (termometri, anemometri, nivometri ecc.).

I dati meteo-idro-pluviometrici disponibili presso il CFC provengono dalla rete dei Centri Funzionali e dalla rete RUPA (prima infrastruttura di Rete che ha consentito l'interconnessione dei diversi domini delle Amministrazioni pubbliche italiane).

Le piattaforme di visualizzazione dei dati in tempo reale sono principalmente 3: la piattaforma GIANO (sviluppata dalla CAE) che fornisce il dato georeferenziato e ha un'interfaccia grafica per ogni rete (CF e RUPA), la piattaforma POLIFEMO (sviluppata dalla CAE) che ha un formato tabellare ed anch'essa ha un'interfaccia grafica per le due reti disponibili al CFC e la piattaforma DEWETRA (sviluppata dalla Fondazione Cima) che ha un'interfaccia unica. In questo modo è possibile monitorare al meglio i dati meteo idro-pluviometrici geo localizzati in tempo reale.

In figura 2 si rappresentano le varie interfacce grafiche delle piattaforme a disposizione presso il CFC.

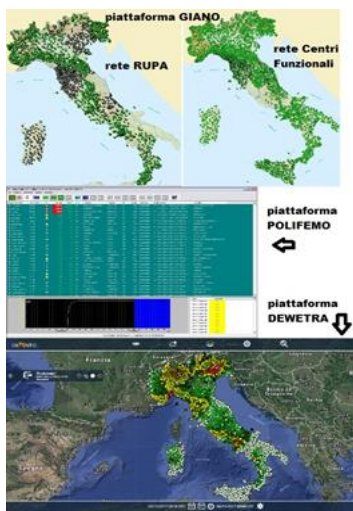


Figura 2 Piattaforme grafiche per la visualizzazione dei dati in tempo reale presso il CFC.

Considerando alcuni dati statistici, non vi è dubbio che la quantità di informazioni proveniente da queste reti è impressionante (soltanto negli ultimi 12 mesi sono pervenute 628.999.673 di misure pluviometriche); tuttavia sussistono alcune problematiche di carattere procedurale che ancora non sono state risolte, nonostante gli sforzi di collaborazione che le Regioni e il DPC stanno attuando attraverso incontri e tavoli tecnici (per esempio la stesura di una procedura standard nazionale per l'aggiornamento delle anagrafiche regionali).

A queste si affianca anche un problema di carattere tecnico quale il tempo di latenza del dato (tempo che intercorre tra il momento dell'acquisizione dello strumento e l'effettiva disponibilità del dato sull'interfaccia grafica). In figura 3, nella pagina successiva, si può notare che nel corso degli ultimi anni (2014-2017) il tempo di latenza è migliorato notevolmente (da una latenza media di oltre 45 minuti nel 2014 si è passati a 18 minuti nel 2017), ma analizzando i dati Regione per Regione non si può fare a meno di osservare l'enorme disomogeneità sui ritardi, come riportato nella tabella 8, nella pagina successiva, (da un minimo di 10

| Regione | Ritardo [minuti] | %Dati Considerati |
|------------------------------|------------------|-------------------|
| Abruzzo | 14,13 | 89,98% |
| Basilicata | 16,41 | 95,23% |
| Calabria | 20,48 | 93,88% |
| Campania | 14,36 | 95,40% |
| Emilia-Romagna | 24,81 | 88,89% |
| Friuli-Venezia Giulia | 29,34 | 93,06% |
| Lazio | 18,34 | 96,24% |
| Liguria | 11,60 | 94,57% |
| Lombardia | 20,03 | 89,85% |
| Marche | 18,92 | 90,47% |
| Molise | 10,14 | 96,66% |
| Piemonte | 17,57 | 96,31% |
| Puglia | 23,36 | 80,73% |
| Sardegna | 31,54 | 96,14% |
| Sicilia | 10,35 | 88,82% |
| Toscana | 14,79 | 92,55% |
| Trentino-Alto Adige | 18,83 | 90,80% |
| Umbria | 26,25 | 88,06% |
| Valle d'Aosta/Vallee d'Aoste | 14,80 | 91,68% |
| Veneto | 19,98 | 94,05% |

Tabella 8 Tempo di latenza Regione per Regione.

d'acqua minori quasi istantanee (inferiori alla mezz'ora) che, nella maggior parte dei casi, terminano prima della ricezione del dato, compromettendo di conseguenza la gestione dell'emergenza che, in questo caso, è legata unicamente ad un preventivo allertamento sul territorio.

Esistono tuttavia anche dei punti di forza di cui il CFC si avvale; uno di questi è senza dubbio l'associazione della pioggia o del livello idrometrico dei corsi d'acqua ad una serie di soglie, soprattutto nella fase di monitoraggio (ma esistono anche per la fase previsionale), definite in molte Delibere Regionali che disciplinano l'allertamento.

Dal punto di vista grafico, le soglie a disposizione sono state inserite nella piattaforma DEWETRA.

Questo permette di individuare sulla mappa tutte le precipitazioni e/o i livelli idrometrici che hanno subito un superamento.

Entrando nel dettaglio, per quanto concerne le precipitazioni, i dati associati sono forniti nelle durate di 1, 3, 6, 12 e 24 ore (ma possono essere impostate durate differenti); la risoluzione spaziale nativa è puntuale ma l'interfaccia permette di fare varie aggregazioni spaziali (per limiti comunali, provinciali, regionali, zone d'allerta e bacini idrografici).

I vantaggi di questo warning sono senza dubbio l'immediatezza dell'allertamento in caso di superamenti (sempre nella limitazione del già definito tempo di latenza) ed una miglior visualizzazione del dato nel contesto territoriale ai vari livelli.

Di contro, tuttavia, risultano delle criticità (oltre ai tempi di acquisizione/visualizzazione non sempre compatibili con le attività di monitoraggio per l'allertamento) che sono legate al mancato aggiornamento delle soglie ed il diverso approccio nella loro definizione, nonché l'individuazione e la gestione degli errori di misura.

Dal punto di vista delle piene dei corsi d'acqua, la valutazione della pericolosità e dei relativi scenari di evento è basata sul superamento di soglie associate ai livelli idrometrici.

Il monitoraggio viene effettuato osservando in tempo reale i livelli idrometrici nelle varie sezioni disponibili (a livello nazionale, come già detto, sono circa 1800).

Anche in questo caso ci sono vantaggi concreti del warning idrometrico quali, appunto, la misura diretta del livello idrometrico e/o delle portate, la valutazione speditiva della propagazione dell'onda di piena per i territori di valle e l'“immediato” allertamento in caso di superamento di soglie, l'aggiornamento della modellazione idrologica in fase previsionale affiancata ad una visione complessiva a scala di bacino.

Alcuni svantaggi sono legati sempre al tempo di latenza del dato ma anche alle soglie/scale di deflusso che non sempre sono aggiornate. Tra l'altro le scale di deflusso a disposizione sono poche (155 scale di deflusso disponibili, di cui solamente 60 ritenute affidabili), in più c'è difficoltà di condivisione ed in molte sezioni non sono indicate le soglie o non è possibile stimare la portata.

minuti in Molise e Sicilia ad un massimo di quasi 32 minuti in Sardegna).

La tempestiva reperibilità del dato è di fondamentale importanza soprattutto nel caso di fenomeni atmosferici brevi, intensi e localizzati (come i temporali) ed i conseguenti flash floods (piene improvvise) che ne possono scaturire.

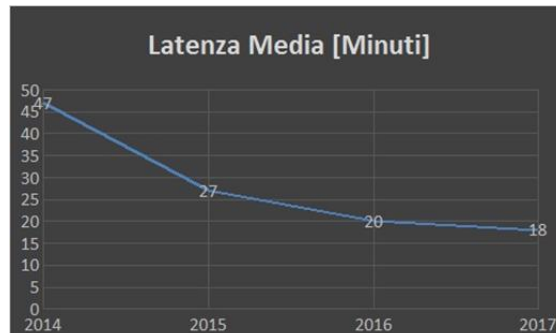


Figura 3 Tempo di latenza medio.

Il tempo di risposta di un piccolo bacino ad una precipitazione intensa che si verifica a monte di questo, spesso provoca onde di piena nei corsi

Una possibile risoluzione di tutte queste criticità (sia dal punto di vista pluviometrico che idrometrico) è senza dubbio una maggiore interazione con le Regioni sul tipo di soglie pluviometriche/idrometriche da utilizzare e relativi scenari (anche in relazione alle dimensioni del bacino) integrando i dati con altre fonti.

Inoltre, è necessario definire una procedura di condivisione/aggiornamento dei dati idrologici (soglie e scale di deflusso) attraverso un database unico.

Anche la modellazione è carente (gli output modellistici operativi presso il CFC sono operativi solo per il Bacino del Tevere e del Po) e necessita di una maggiore condivisione nell'ambito della rete dei Centri Funzionali.



Figura 4 Esempio di output grafico (DEWETRA) per l'associazione dei dati con le soglie pluviometriche a disposizione.

Nelle figure 4 e 5 si riportano alcuni esempi grafici di associazione delle soglie pluviometriche ed idrometriche con quelle a disposizione presso il CFC, nonché un output grafico della modellazione idrologica.

A fronte di quanto indicato non c'è dubbio che la strada da percorrere per un monitoraggio completo ed efficiente è ancora lunga; tuttavia il DPC ha intrapreso una serie di incontri e Tavoli di lavoro con le Regioni per il tramite della Commissione Speciale di Protezione Civile legate proprio all'attività di monitoraggio al fine di migliorare tutte le criticità descritte.

La proposta del Dipartimento è di svolgere in modo coordinato l'attività di monitoraggio e sorveglianza tra CFD e Sala Operativa Regionale (di seguito SOR) per tutti livelli di allerta modulando le suddette attività attraverso la definizione di standard minimi (in conformità con le indicazioni operative del 10 febbraio 2016 dal Capo del Dipartimento della protezione civile contenenti "Metodi e criteri per l'omogeneizzazione dei messaggi del Sistema di allertamento nazionale per il rischio meteo-idrogeologico e idraulico e della risposta del sistema di protezione civile").

Lo standard minimo deve garantire la disponibilità dei dati (rete a terra, radar meteo, satelliti) tramite piattaforma web open delle Regioni e, congiuntamente, la comunicazione del superamento

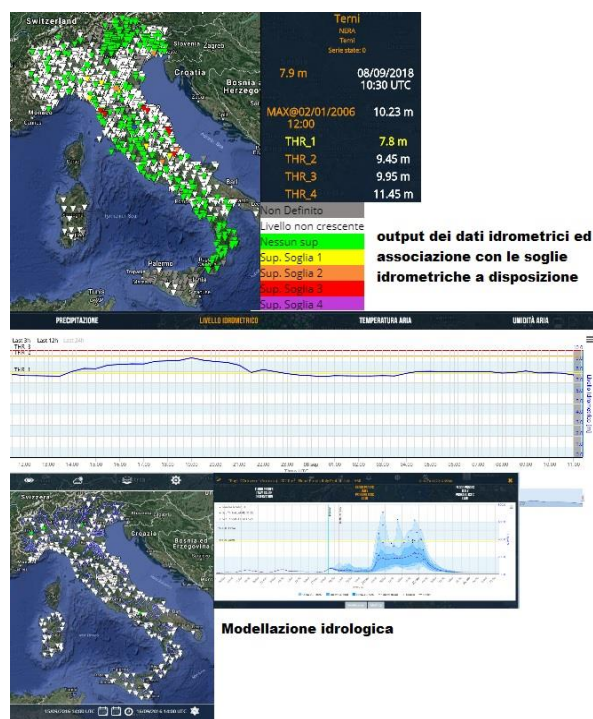


Figura 5 Esempio di output grafico (DEWETRA) per l'associazione dei dati con le soglie idrometriche a disposizione del CFC e la modellazione idrologica.

di soglie dei singoli strumenti idro-pluviometrici in qualsiasi stato di configurazione (verde, giallo, arancione e rosso).

La modalità di segnalazione deve essere tale da garantire che il flusso di comunicazione tra Regione ed Ente Locale sia il più rapido possibile anche con sistemi automatici e/o telefonici.

L'attività di "monitoraggio e sorveglianza" che la Regione (CFD & SOR) svolge per tutti i livelli di allerta deve essere accompagnata da documenti codificati e omogenei al fine di garantire un flusso di comunicazione efficace verso il livello locale per un eventuale aggiornamento delle fasi operative.

È importante capire che l'attività di monitoraggio e sorveglianza si differenzia in modo formale e sostanziale da quella previsionale (che proceduralmente è più decodificata, soprattutto da un punto di vista della tempistica e della definizione di metodi e strumenti per la valutazione) ma che, nell'ambito del Sistema di allertamento ai fini di protezione civile per il rischio idrogeologico ed idraulico, le due attività devono essere intese come complementari.

Le attività del Servizio Idrografico e Mareografico
*Giancarlo Boscaïno * Responsabile Ufficio Idrografico e Mareografico di Pescara*

Cenni storici

L'istituzione del Servizio Idrografico Nazionale viene decisa nel 1917 in piena crisi bellica con la conseguente necessità di sopperire con le risorse idrauliche all'urgente fabbisogno di energia. Inizialmente la vigilanza è affidata ad uno speciale Ispettorato del Consiglio superiore delle acque del Ministero dei Lavori Pubblici, diretto dall'Ing. Luigi Cozza. L'organizzazione del Servizio fu studiata, in particolare, dall'Ing. Gaudenzio Fantoli (1867-1940).

L'anno seguente le osservazioni pluviometriche vengono estese a tutto il territorio del Regno. Vengono istituiti otto grandi Compartimenti (oltre al Magistrato alle acque di Venezia e all'Uff. Idrografico del Po), delimitati con criteri esclusivamente idrografici; i Compartimenti venivano affidati ad altrettante sezioni autonome, costituite da personale del Genio civile ma completamente indipendenti dagli Uffici locali perché "era indispensabile separare l'attività di carattere scientifico, che deve procedere con ritmo proprio, da quella di carattere esecutivo" (Ing. Angelo Rampazzi, Capo del Servizio idrografico italiano - 1931).

Al 1918 risale la stampa del primo bollettino mensile, divenuto poi Annale Idrologico, che nel 1921 viene diviso in due fascicoli (parte I e parte II).

Nel 1924 il Consiglio superiore delle acque diventa terza Sezione del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

In questa prima parte dell'intervento è stato ricordato l'ing. Giulio De Marchi promotore dell'Estensione del Servizio Idrografico a tutto il territorio italiano e che ha diretto il medesimo Servizio fino al 1931.

Nel 1932 venne soppressa la Sezione di Chieti, territorialmente competente su un vastissimo territorio comprendente gli Abruzzi, il Molise e le Puglie, e istituite la Sezione di Pescara, per i bacini con foce al Litorale Adriatico dal Tronto (escluso) al Fortore, e quella di Bari, per i bacini con foce al Litorale Adriatico e Jonico dal Lago di Lesina al Galaso.

Le Sezioni Autonome rimangono nell'ambito del Ministero dei Lavori Pubblici fino al 1989.

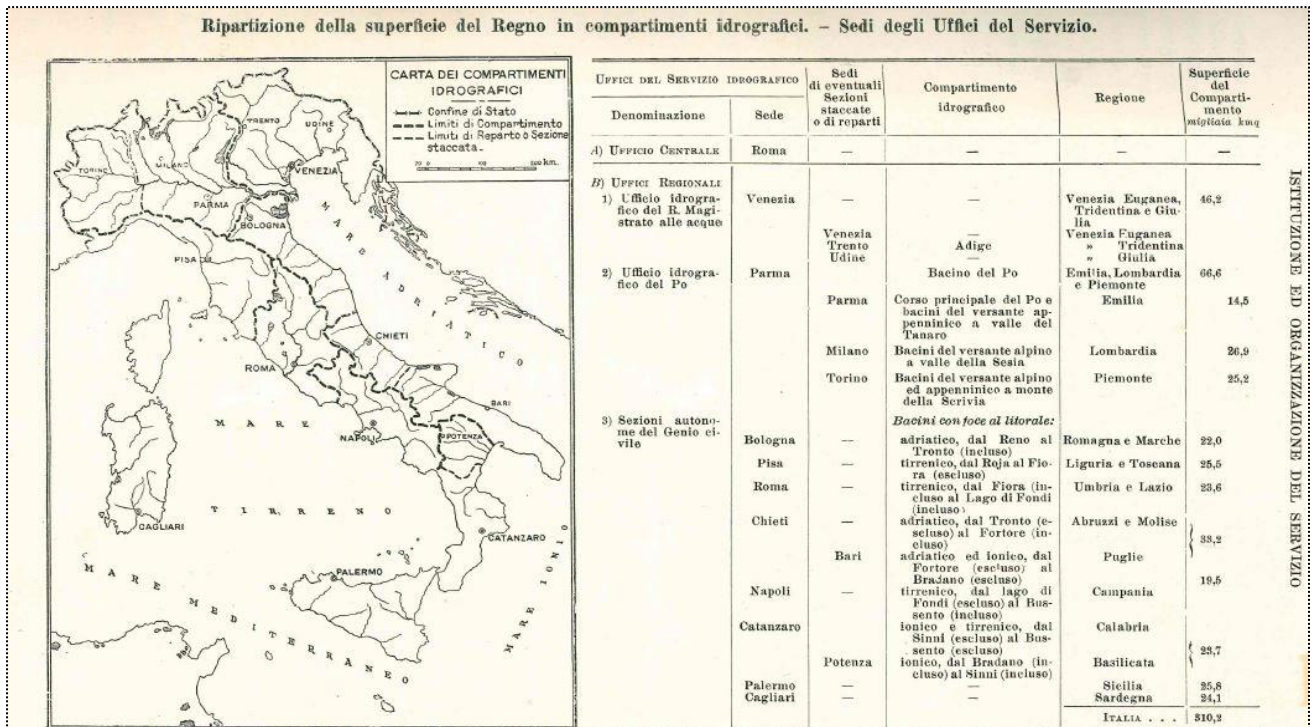


Figura 6 Ripartizione della superficie del Regno in compartimenti idrografici.

Nel 1989, con l'istituzione dei Servizi tecnici nazionali (L. 18 maggio, n. 183), le attività del Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale e degli Uffici periferici vennero trasferite alla Presidenza del Consiglio dei Ministri.

Nel 2002 avviene il trasferimento alle Regioni degli uffici periferici del Dipartimento dei servizi tecnici nazionali (D.P.C.M. 24 luglio 2002, in attuazione del D.Lgs 112/1998); il Servizio Idrografico e Mareografico di Pescara diviene un Servizio della Regione Abruzzo. All'atto del trasferimento il Servizio Idrografico poteva contare su personale composto da trenta unità, tra tecnici e amministrativi.

Nel corso dell'exkursus storico è stato ricordato l'ing. Mario Russo che ha diretto il Servizio Idrografico con grande competenza e professionalità da 1974 al 2009, presente in sala, al quale è stato rivolto un affettuoso e riconoscente saluto.

Le attività del nuovo corso

Oggi l'ex Servizio Idrografico è un Ufficio del Servizio Programmazione Attività di Protezione Civile, afferente al Dipartimento Governo del Territorio e Politiche Ambientali.

La stipula di un protocollo d'intesa tra l'Ufficio Idrografico e Mareografico di Pescara e il Dipartimento InGeo dell'Università «G. D'Annunzio» di Chieti-Pescara, approvato con D.G.R. n. 399 del 12/06/2018, ha consentito di avviare una preziosa collaborazione con l'Ateneo dannunziano. Sono state programmate e realizzate una serie di attività da tempo sospese, tra cui: una campagna di misure di portata dei principali corsi d'acqua regionali; una campagna di misure di portata delle sorgenti captate per scopi potabili, cominciando dalle grandi derivazioni, puntualmente iniziata nel corso del 2019. Sono state riprese le attività di formazione e aggiornamento professionale con l'organizzazione di un corso, rivolto al personale regionale, per l'utilizzo del River Surveyor per le misure di portata dei corsi d'acqua.

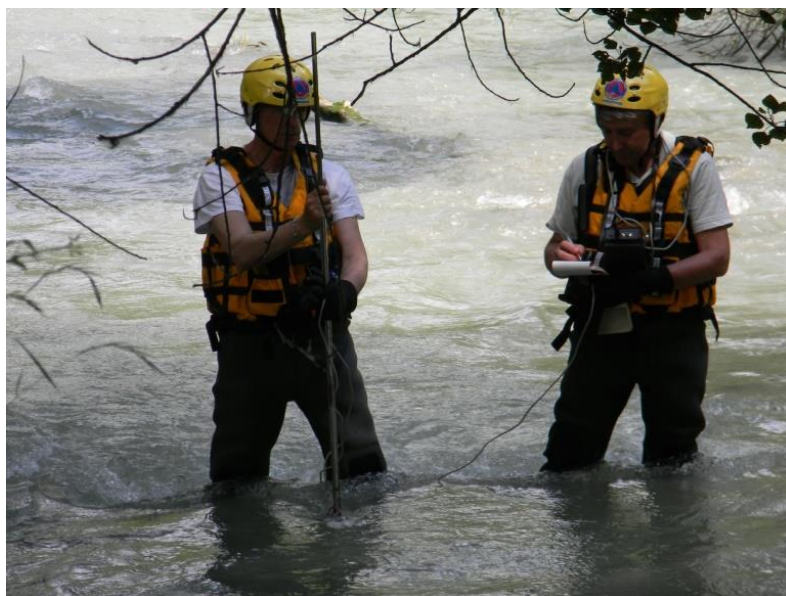


Figura 7 Esecuzione di una misura di portata da parte del personale dell'Ufficio Idrografico e Mareografico (foto tratta dall'archivio storico dell'Ufficio Idrografico).

È stata inoltre ripresa la stampa degli annali idrologici, ferma al 2001.

Per quanto riguarda le attività di studio l'Ufficio Idrografico ed il Centro Funzionale sono impegnati nel testare sul territorio regionale la piattaforma SANF (Sistema di Allerta Nazionale per la previsione di Frane indotte dalla pioggia in Italia), al momento in fase sperimentale. La piattaforma è stata sviluppata dal Cnr-Irpi per conto del Dipartimento nazionale della Protezione Civile. Il SANF è un sistema di allerta a scala nazionale per la previsione operativa di frane indotte dalla pioggia in Italia (<http://www.irpi.cnr.it/product-service/sanf/>).

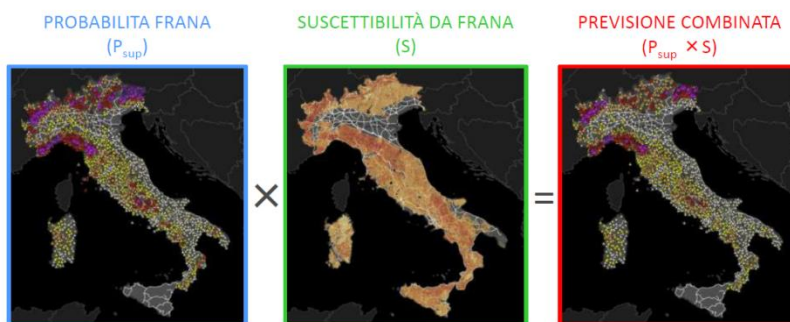


Figura 8 SANF, probabilità e suscettibilità da frana.

Il Sistema di allertamento si basa sull'individuazione di valori di soglia che un indicatore quantitativo dello stato idrologico (livello pluviometrico) può assumere conseguentemente alla realizzazione di uno stato meteorologico favorevole all'insorgenza del pericolo/rischio. Una fase molto importante consiste nella definizione dei livelli di attenzione e delle soglie di allarme che questi indicatori possono assumere, i quali sono strettamente legati alle condizioni di vulnerabilità del territorio e devono tenere conto degli scenari di rischio che il sistema si propone di monitorare e prevedere. L'Ufficio Idrografico inoltre ha avviato parallelamente un'attività di studio, in collaborazione con il Centro Funzionale regionale e con il CETEMPS (Centro di eccellenza dell'Università dell'Aquila), per la previsione di frane indotte da piogge con il medesimo scopo di utilizzarle nel sistema di allertamento regionale. Tale attività, sempre a carattere

sperimentale, si esplica mediante il modello idrologico CHyM a parametri distribuiti, sviluppato dal CETEMPS (Tomassetti, B. et al.2005; Coppola, E et al.,2007; Sorooshian, S. et al., 2010). È attualmente applicato in ambito di protezione civile, per la previsione di eventi di piena e per studi di impatto climatico.

L'algoritmo di smoothing del DTM, da cui dipende la ricostruzione della rete drenante, si basa su tecniche di interpolazione ispirate agli automi cellulari (Wolfram, 2002). In questo modo, si viene svincolati dall'utilizzo di layer GIS ed è possibile ricostruire la rete drenante di qualsiasi dominio geografico del mondo.

Anche l'algoritmo di interpolazione spaziale del campo di precipitazione e temperatura è basato sulla teoria degli automi cellulari, in questo modo il modello è in grado di assimilare contemporaneamente fonti di misura diverse (pluviometri, radar, satellite) e spazializzarle minimizzando le discontinuità.

Dell'utilizzo modello Idrologico CHyM e delle diverse applicazioni, ne parlerà più dettagliatamente il Prof. Marzano nel suo intervento.

Per detto modello sono stati sviluppati due indici di stress idrologico user-oriented: il BDD, un indice adatto alla previsione dei *fluvial flood*, ed il CAI, che risponde in maniera più diretta ai fenomeni di *pluvial flood*, generalmente caratterizzati, in aree pedemontane con presenza di depositi superficiali non consolidati relativamente spessi e con pendenze significative, da piogge intense associate a flussi di detriti.

Un caso interessante tra i diversi eventi utilizzati per testare il modello, è certamente l'evento franoso legato alle precipitazioni del 15 e 16 agosto 2018 a Sulmona in località Santa Lucia (Figure 4 e 5), sul versante occidentale del Monte Morrone. Per avere una valutazione della frequenza del fenomeno considerato nella zona di interesse, utilizzando i dati storici della stazione meteorologica di Sulmona, è stata effettuata una stima dei tempi di ritorno (Tr) tramite la legge di Gumbel o del massimo valore del primo tipo (EV1), ottenendo come risultato un Tr superiore a 300 anni. A tale proposito, per un confronto visivo, nella tabella 9, vengono mostrate le piogge di massima intensità per la durata di tre ore tra il 1933 e il 2005 e in basso la precipitazione di massima intensità a tre ore relativa all'evento in questione.

Il fenomeno franoso pluvioindotto è consistito in flusso ad alta densità costituito da detrito, prevalentemente grossolano, trasportato da una notevole quantità d'acqua incanalata lungo linee di deflusso a grande velocità (Figura 10). Il fenomeno ha interessato marginalmente il muro di recinzione di un'abitazione, per fortuna senza produrre danni. (Figura 11)

DATI PRELIMINARI: Ietogramma di Pioggia Sui Contatori Fine evento 3 Ore - dal: 15/08/2018 al: 16/08/2018
Pluviometro (15846) - Sulmona

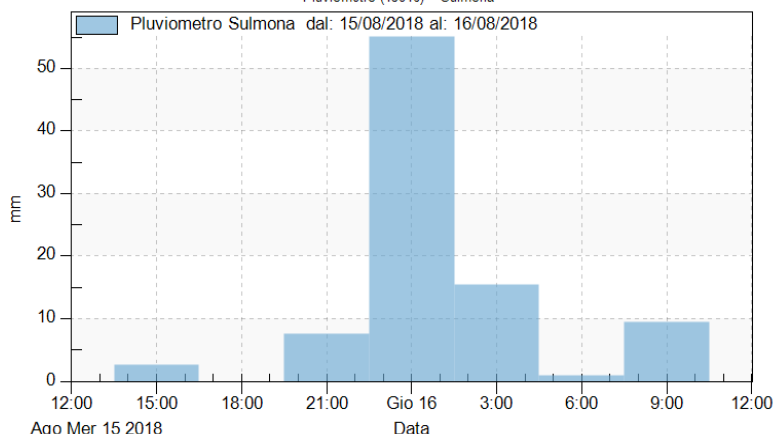


Figura 9 Ietogramma di pioggia riferito all'evento pluviometrico del 15 e 16 agosto 2018

| Anno | Prec 3h | Anno | Prec 3h | Anno | Prec 3h |
|------|---------|------|---------|------|---------|
| 1933 | 21.60 | 1963 | 31.60 | 1982 | 35.20 |
| 1934 | 26.00 | 1964 | 24.00 | 1984 | 15.00 |
| 1935 | 20.60 | 1965 | 15.60 | 1985 | 24.40 |
| 1940 | 21.20 | 1966 | 26.20 | 1986 | 14.00 |
| 1942 | 23.60 | 1967 | 31.40 | 1987 | 34.00 |
| 1943 | 33.80 | 1968 | 18.40 | 1988 | 30.60 |
| 1946 | 14.20 | 1969 | 16.60 | 1989 | 31.00 |
| 1948 | 27.40 | 1970 | 14.80 | 1990 | 33.20 |
| 1950 | 25.40 | 1971 | 19.80 | 1991 | 22.20 |
| 1951 | 18.60 | 1972 | 23.60 | 1992 | 24.80 |
| 1952 | 17.00 | 1973 | 16.40 | 1994 | 15.80 |
| 1953 | 32.20 | 1974 | 28.60 | 1996 | 18.80 |
| 1954 | 15.40 | 1975 | 25.40 | 1997 | 16.20 |
| 1955 | 51.00 | 1976 | 17.00 | 1998 | 18.60 |
| 1956 | 20.00 | 1977 | 19.40 | 1999 | 28.80 |
| 1958 | 15.40 | 1978 | 14.60 | 2000 | 22.60 |
| 1959 | 23.00 | 1979 | 16.60 | 2001 | 16.40 |
| 1960 | 28.80 | 1980 | 21.80 | 2004 | 27.20 |
| 1961 | 14.20 | 1981 | 45.40 | 2005 | 22.60 |

| | |
|------|-------|
| 2018 | 61.40 |
|------|-------|

Tabella 9 tabella delle precipitazioni annuali di massima intensità in tre ore espresse in mm



Figura 10 e Figura 11 deposito detritico conseguente al movimento franoso verificatosi a Sulmona, loc. Santa Lucia, nella notte tra il 15 e 16 agosto 2018.

La pioggia accumulata osservata è stata ricostruita con il modello CHyM. L'area del Monte Morrone viene allertata dall'indice CAI (mm/day) alle 3:00 UTC del 16/08/2018 (Figura 12).

Altri casi analizzati hanno prodotto esiti confortanti che lasciano ben sperare sull'utilizzo del modello idrologico CHyM per la definizione dei livelli di attenzione e delle soglie di allarme per fini di protezione civile.

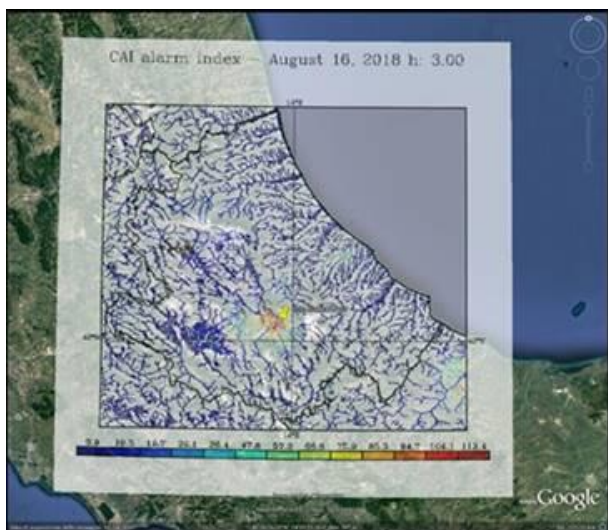


Figura 12 Mappa di allerta CAI, georiferita su Google Earth.

Come per la piattaforma SANF anche per il modello CHyM non si può prescindere da mappe della suscettibilità da frana, strumenti ritenuti oramai efficaci nell'ambito della pianificazione territoriale e degli interventi di mitigazione della pericolosità e del rischio da frana. Per questo è necessario produrre, per le aree della regione maggiormente esposte, cartografia tematica con particolare riferimento alle carte di suscettibilità da frana e alle carte delle coperture, redatte sulla base di dati quali stratigrafia, tessitura e spessori dei depositi.

Ribadendo un concetto caro all'Ing. Angelo Rampazzi, si evidenzia come le attività di carattere scientifico appena descritte debbano avere una impostazione metodologica nettamente distinta dalle azioni di carattere esecutivo dell'ufficio le cui procedure necessitano di tempi e metodi di applicazione sensibilmente diversi.

Infine, per celebrare i 100 anni del Servizio Idrografico e Mareografico di Pescara, l'Ufficio ha allestito un museo temporaneo, rivolto principalmente alle scuole secondarie di secondo grado, dove è stato possibile osservare, attraverso un percorso guidato, le apparecchiature storiche ed attuali, utilizzate per le attività dell'Ufficio dal 1918 ad oggi.



Figura 13 strumentazione esposta presso la sede dell'Ufficio Idrografico e Mareografico di Pescara.

Ringraziamenti

L'autore ringrazia Adelaide Memmo per la collaborazione prestata nell'ambito dell'analisi dei dati relativi all'evento pluviometrico del 15 e 16 agosto e Paolo Iarussi per i preziosi suggerimenti durante l'organizzazione dell'evento celebrativo.

Bibliografia

- Biancofiore F., Busilacchio M., Verdecchia M., Tomassetti B., Aruffo E., Bianco S., Di Tommaso S., Colangeli C., Rosatelli G., Di Carlo P., 2017. Recursive neural network model for analysis and forecast of PM10 and PM2.5. *Atmospheric Pollution Research* **8**, 652-659.
- Boscaino G., Boscaino M., Senatore M.R. & L. Pietromartire 2012 - Risk management of landslide in urbanized areas. the case study of the town of Foglianise (Campania). EUREGEO 2012.
- Boscaino G. , Pipponzi G. - Gli effetti sull'ambiente naturale del sisma del 6 aprile 2009. Supplemento a Geologia dell'Ambiente n. 2/2012. pag. 178-182.
- Coppola E., Tomassetti B., Mariotti L., Verdecchia M. and Visconti G., 2007. Cellular automata algorithms for drainage network extraction and rainfall data assimilation, *Hydrol. Sci. J.*, **52**(3), pp. 579-592.
- De Falco M., Forte G., Santangelo N., Santo A. - Flash floods in torrential basins: the event of October 14th - 15th 2015 in the surroundings of Benevento (southern Italy). *Rend. on line Soc Geol. It.* Vol 41 (2016), pp. 131-134 2 figs.
- Liberatoscioli, E., Boscaino G., Agostini, S., Garzarella, A., Patacca Scandone, E. 2018. The Majella National Park: An Aspiring UNESCO Geopark. *Geosciences* 2018, 8, 256.
- Tomassetti B., Coppola E., Verdecchia M. and Visconti G., 2005, Coupling a distributed grid based hydrological model and MM5 meteorological model for flooding alert mapping. *Adv Geosci*, **2**, pp. 59-63.
- Trigila A., Iadanza C., Bussetini M. e Lastoria B., 2018. Dissesto idrogeologico in Italia: pericolosità e indicatori di rischio. Edizione 2018, Rapp. N° 287, giugno 2018.
- Verdecchia M., Coppola E., Faccani C., Ferretti R., Memmo A., Montopoli M., Rivolta G., Paolucci T., Picciotti E., Santacasa A., Tomassetti B., Visconti G. and Marzano F. S., 2008. Flood forecast in complex orography coupling distributed hydrometeorological models and in-situ and remote sensing data. *Meteorol. Atmos. Phys.*, **101**, 267-285.
- Verdecchia M., Coppola E., Tomassetti B., Visconti G., 2009. Cetemps Hydrological Model (CHyM), a Distributed Grid-Based Model Assimilating Different Rainfall Data Sources. In: Sorooshian S., Hsu KL., Coppola E., Tomassetti B., Verdecchia M., Visconti G. (eds) *Hydrological Modelling and the Water Cycle*. Water Science and Technology Library, vol 63: 165-201. Springer, Berlin, Heidelberg.
- Wolfram, S., 2002. A new kind of science. Wolfram Media, pag. 1197.

La rete regionale in telemisura e l'utilizzo dei dati idrologici in ambito di Protezione Civile

Mario Antonio Cerasoli *Centro Funzionale Regione Abruzzo

Premessa

La Legge n.100 del 12 luglio 2012 "Disposizioni urgenti per il riordino della protezione civile", che ha inserito l'art.3-bis alla L.225/92 "Istituzione del Servizio di Protezione Civile", ha sancito quale norma primaria, l'organizzazione ed il funzionamento del Sistema di allertamento nazionale per il rischio meteo-idrogeologico e idraulico, di cui alla Direttiva P.C.M del 27 febbraio 2004 e smi.

Tale Direttiva definisce, in particolare, i rapporti di responsabilità nel processo di emanazione dell'allerta per il rischio meteo-idrologico ed idraulico, formalizzando, nel rispetto delle autonomie regionali, un sistema di allertamento nazionale condiviso. È ben noto che, tra i rischi che caratterizzano il nostro Paese, il rischio idrogeologico e idraulico comporta un notevole impatto sociale ed economico, secondo solo a quello sismico. Al fine di ridurre il rischio legato a questi fenomeni acquista un ruolo sempre più importante l'allertamento. Il sistema di allertamento di protezione civile deve assicurare l'attivazione della catena decisionale ed operativa a tutti i livelli istituzionali al fine di consentire la mitigazione del rischio.

La Regione Abruzzo con la Legge Regionale 1° ottobre 2007, n. 34 "Disposizioni di adeguamento normativo e per il funzionamento delle strutture", all'art. 22 ha provveduto ad istituire il Centro Funzionale d'Abruzzo, organo deputato alla gestione del sistema di allertamento regionale multirischio, in linea con quanto stabilito nel protocollo d'intesa con le Prefetture-UTG entrato in vigore dal 15 gennaio 2012, svolgendo puntualmente attività di controllo e monitoraggio sul territorio. In particolare, il Centro Funzionale d'Abruzzo svolge le funzioni di accentramento di tutti i dati strumentali e di monitoraggio su scala regionale, di previsione di scenari di rischio meteo-idrogeologico, di allertamento e di supporto decisionale al Sistema Regionale e Nazionale di Protezione Civile, nelle diverse fasi di gestione dell'emergenza.

Dal 1° ottobre 2014 (decreto di attivazione DPGR n. 65 del 18/09/2014) il Centro Funzionale d'Abruzzo è attivo nella predisposizione ed emanazione dei Bollettini ed Avvisi di criticità regionale. Dal 1° gennaio 2015 è attivo il sistema Allarmeteo (<http://allarmeteo.regione.abruzzo.it/>), piattaforma tecnologica per la gestione del Sistema di allertamento della Regione Abruzzo. Il Centro Funzionale d'Abruzzo ha, inoltre, la certificazione di qualità secondo la norma UNI EN ISO 9001:2015 fin da febbraio del 2009.

Compito della rete dei Centri Funzionali è quello di far confluire, concentrare ed integrare tra loro i dati qualitativi e quantitativi rilevati dalle reti meteo-idro-pluviometriche, dalla rete radarmeteorologica nazionale, dalle diverse piattaforme satellitari disponibili per l'osservazione della terra; i dati territoriali idrologici, geologici, geomorfologici e quelli derivanti dai sistemi di monitoraggio delle frane; le modellazioni meteorologiche, idrologiche, idrogeologiche ed idrauliche.

Ciascun Centro Funzionale decentrato è un sistema generalmente organizzato in tre grandi aree, a cui possono concorrere per lo svolgimento delle diverse funzioni, unitariamente dirette e coordinate a tal fine, altre strutture regionali e/o Centri di Competenza. Le aree del Centro Funzionale si occupano di:

- 1) raccolta, concentrazione, elaborazione, archiviazione e validazione dei dati rilevati nel territorio (parametri meteo-pluvio-idrometrici) e trasmissione al DPC-Centro Funzionale Centrale;
- 2) interpretazione, utilizzo integrato dei dati rilevati e delle informazioni prodotte dai modelli previsionali, nonché supporto alle decisioni delle Autorità di protezione civile competenti per gli allertamenti;
- 3) gestione del sistema di scambio informativo; funzionamento dei sistemi di comunicazione; interscambio dei dati tra i Centri Funzionali.

Nella Regione Abruzzo le attività di cui al punto 1 sono svolte dal Centro Funzionale in collaborazione con l'Ufficio Idrografico e Mareografico regionale al quale, storicamente, competono dette attività nel tempo differito.

Il Centro Funzionale nel tempo reale assolve sostanzialmente a due fasi: una fase di previsione ed una fase di monitoraggio e sorveglianza.

Nella fase di previsione sono ricomprese le attività di assimilazione dei dati osservati e l'elaborazione della previsione circa la natura e l'intensità degli eventi meteorologici attesi; la previsione degli effetti che il manifestarsi di tali eventi potrebbe determinare sul dominio territoriale; la valutazione del livello di criticità complessivamente atteso nelle zone d'allerta.

La fase di monitoraggio e sorveglianza (oltre ad essere tra i compiti principali da attribuire ai presidi territoriali) ha lo scopo di rendere disponibili informazioni che consentano sia di formulare e/o di confermare gli scenari previsti o in atto. La fase di monitoraggio e sorveglianza si espleta in quattro funzioni:

- 1) combinazione e rappresentazione di dati meteo-climatici rilevati sia da piattaforme satellitari, radiosonde e sonde aerostatiche, che da stazioni strumentali e reti a terra;
- 2) composizione e rappresentazione di dati idropluviometrici;
- 3) previsione a brevissimo termine sia dell'evoluzione dell'evento che dei relativi effetti al suolo attraverso il nowcasting meteorologico, cioè l'uso di modelli meteorologici ad area limitata inizializzati sulla base delle informazioni radarmeteorologiche, di quelle pluvio-idrometriche raccolte in tempo reale e di modelli idrologici-idraulici-idrogeologici, oppure attraverso il solo uso dei modelli idrologici-idraulici-idrogeologici inizializzati dalle misure pluvio-idrometriche raccolte in tempo reale;
- 4) verifica del livello di criticità in essere e previsto, attraverso il confronto delle misure rilevate con le soglie adottate e/o con eventuali notizie fornite da osservatori locali debitamente istruiti.

Sia nella fase di previsione che in quella di monitoraggio e sorveglianza il supporto dell'Ufficio Idrografico e Mareografico si rivela strategico al fine di assolvere le attività di assimilazione dei dati osservati dalle reti idro-termopluviometriche.

La Rete Fiduciale della Regione Abruzzo

Le stazioni della rete in telemisura sono provenienti, per la maggior parte, da stazioni facenti parte della rete ex SIMN Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale di Pescara e, proprio per la specifica suddivisione compartimentale, da stazioni afferenti ai bacini con foce al Mare Adriatico, dal Salinello al Fortore.

Successivamente all'entrata in vigore del DPCM 24/07/2002 "Trasferimento alle Regioni degli Uffici periferici del Dipartimento dei Servizi Tecnici Nazionali - Servizio Idrografico e Mareografico", il Servizio Idrografico e Mareografico di Pescara e le relative competenze sono confluite nella Regione Abruzzo nell'ambito della Direzione OO.PP. e Protezione Civile a partire dal 1° ottobre 2002. Fino a tutto il 2006, a seguito di accordi interregionali, l'Ufficio di Pescara ha continuato ad operare nei limiti territoriali previsti dall'originaria suddivisione compartimentale; dal 1° gennaio 2007 esso opera esclusivamente nell'ambito dei limiti amministrativi della Regione Abruzzo.

La rete ex SIMN è stata sottoposta nel corso degli anni ad una serie di interventi volti all'ammodernamento delle componenti delle stazioni; in particolare l'ultima decisiva azione si è concretizzata nel "Programma per il potenziamento delle reti di monitoraggio meteo-idro-pluviometrico" predisposto ai sensi del D.L. 11/6/1998, n. 180. Il programma per il potenziamento delle reti di monitoraggio meteo-idro-pluviometrico è stato focalizzato sul miglioramento della capacità nazionale di previsione e gestione delle catastrofi idrogeologiche, con l'obiettivo prioritario di migliorare l'efficacia degli interventi di Protezione Civile. Il programma, al fine di realizzare un sistema nazionale distribuito, ha favorito da un lato la realizzazione di una copertura omogenea delle reti di monitoraggio del territorio nazionale e, dall'altro, il collegamento e l'interconnessione di tutte le componenti dei vari sistemi.

Nel corso dell'anno 2012, con risorse relative al programma POR FESR Abruzzo 2007-2013 - Risorse finanziarie relative all'Asse IV - Attività IV.3.1, si è proceduto con un ulteriore



Figura 14 Rete nazionale in telemisura (fonte DPC Dewetra)

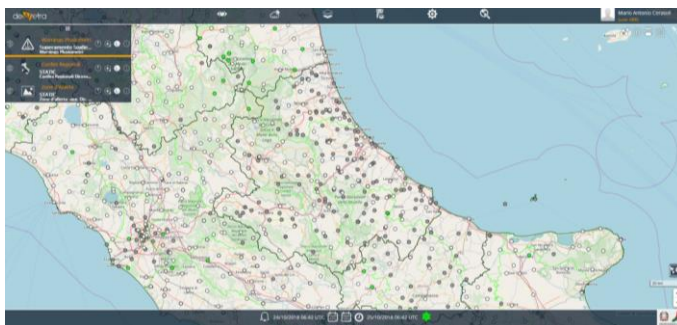


Figura 15 Rete nazionale in telemisura; Centro Italia (fonte DPC Dewetra)

ammodernamento e potenziamento della rete in telemisura. Tale programma ha permesso, oltre all'installazione di nuova e performante sensoristica, la copertura ottimale di alcune aree della Regione Abruzzo (bacini della Marsica) storicamente afferenti ad altri compartimenti ex SIMN.

Nel territorio regionale sono attualmente presenti, oltre alla rete di stazioni afferente all'ex SIMN Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale di Pescara e successivi potenziamenti, la rete dell'ex ARSSA Agenzia Regionale per i Servizi di Sviluppo Agricolo e le reti afferenti ad altri gestori (ConSORZI di Bonifica, altri enti).

Il Centro Funzionale regionale, anche su specifiche richieste della Protezione Civile Nazionale ha definito, in collaborazione con l'Ufficio Idrografico e Mareografico regionale, la propria Rete Fiduciale in telemisura.

La Rete Fiduciale della Regione Abruzzo è composta da stazioni idro-termopluviometriche multisensore in tempo reale con elevati standard di qualità in merito alle caratteristiche dei sensori e dei sistemi trasmissivi installati.

Le stazioni della Rete Fiduciale sono sottoposte a severi programmi di manutenzione che ne assicurano l'efficienza e l'efficacia anche in relazione agli standard richiesti dal sistema di qualità UNI EN ISO 9001:2015 in uso al Centro Funzionale.

Funzionamento

La rete in telemisura opera con due diverse tecnologie di trasmissione dati:

- Rete su Ponte Radio Regionale (conforme al D.M. n. 349 del 12/06/1998 che prevede dal 1° dicembre 2006 l'uso di apparati di comunicazione operativi con la canalizzazione a 12,5 KHz) a tecnologia UHF (stazioni di marca CAE) con stazioni automatiche, ripetitori e centrale di controllo.
- Rete su canali di trasmissione in GSM/GPRS attraverso operatori di fonia/dati commerciali con stazioni automatiche (alcune poste in capannine curate dagli osservatori idrografici) e centrale di controllo (stazioni di marca SIAP+MICROS).

Le stazioni sono impostate per inviare dati ogni 15 minuti, salvo la possibilità di interrogare da remoto con intervalli inferiori le singole stazioni, ed il delay per la ricezione del dato è di circa 15-20 minuti; dati che pongono la rete fiduciale ai vertici nazionali per granularità e tempestività del dato inviato.

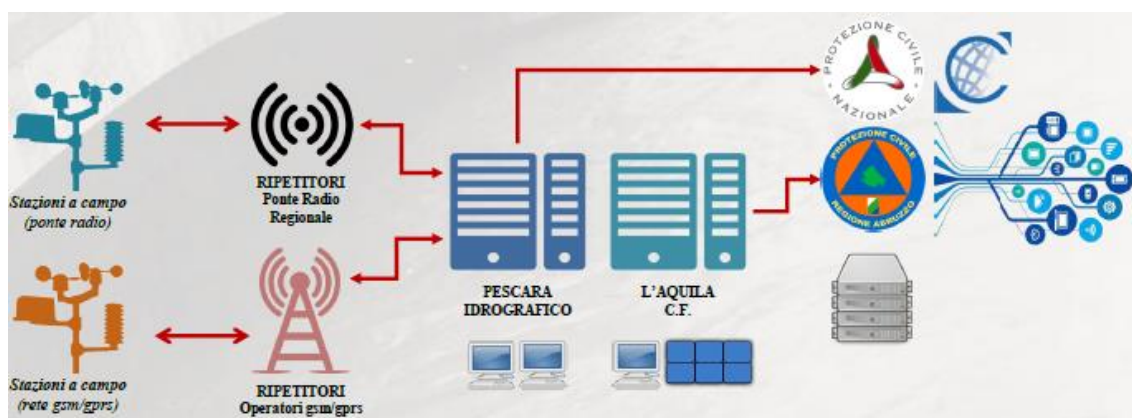


Figura 16 Schema di funzionamento della Rete Fiduciale della Regione Abruzzo

La Rete Fiduciale della Regione Abruzzo si compone di circa 69 stazioni termopluviometriche e meteorologiche 45 idrometriche e 3 mareografiche. Ognuna delle tre tipologie di stazioni può essere dotata di diversi sensori.

In particolare, la Rete Fiduciale consta attualmente di 89 pluviometri, 93 termometri aria, 45 idrometri, 3 mareografi, 20 anemometri, 30 igrometri, 21 barometri, 7 nivometri, 19 stazioni per il rilievo dell'umidità dei suoli e 4 stazioni sperimentali per il rilievo in tempo reale della portata fluviale.

Composizione

La Rete Fiduciale della Regione Abruzzo è composta da:

- capannine meteorologiche;
- stazioni termopluviometriche e meteorologiche;
- stazioni idrometriche e mareografiche.

Gli Strumenti di rilevazione presenti sulle stazioni differiscono dalla tipologia afferente alla singola stazione (pluviometro, termometro, idrometro, anemometro, barometro, radiometro, igrometro, nivometro) oltre a strumentazione di stazione comuni quali datalog, antenna radio, batteria tampone, pannelli solari. Le stazioni sono state installate, ove possibile, secondo lo Standard WMO, World Meteorological Organization.

Le capannine meteorologiche attualmente sono in fase di dismissione in favore di soluzioni che prevedono l'installazione dei sensori su strutture in acciaio (pali in acciaio su plinti al suolo prefabbricati in calcestruzzo) che richiedono una minore componente di manutenzione.

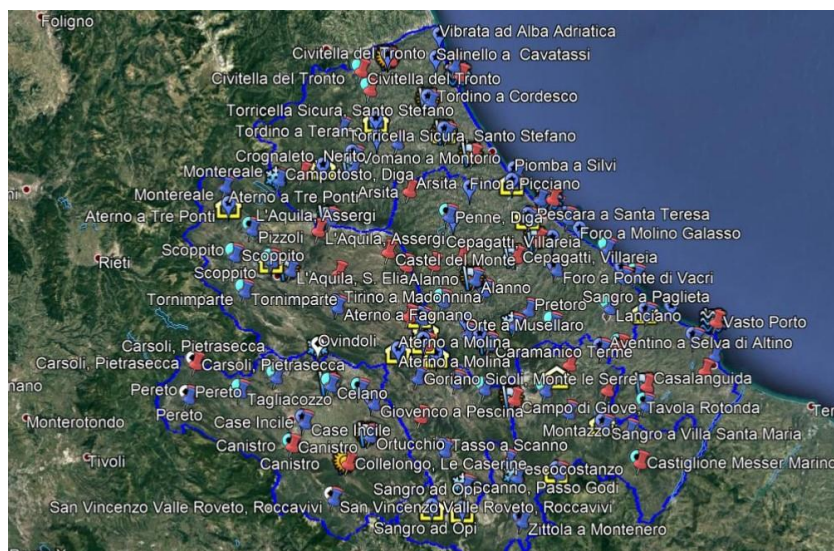


Figura 17 Rete Fiduciale Regione Abruzzo

Sensoristica

I sensori installati sulle varie stazioni sono conformi alle indicazioni e agli standard del WMO (World Meteorological Organization). In particolare, per i pluviometri lo standard è relativo ad apparecchi con bocca tarata da 1000 cm² (circa Ø 35,7cm) e risoluzione di 0.1÷0.2 mm.

Per i termometri aria lo standard è relativo alla termoresistenza al platino Pt100 (Campo di Misura: -30 ÷ +60 ° C e precisione a 23°C di ± 0.1 °C). Il sensore è schermato esternamente in modo da riparare il trasduttore dalla pioggia e dalla radiazione solare garantendo un'adeguata ventilazione naturale. Tale conformazione permette di ricreare le condizioni di temperatura come se la temperatura fosse misurata all'interno delle vecchie capannine meteorologiche.

Gli idrometri installati sono del tipo a ultrasuoni (ovvero radar per alcune stazioni) ed operano in un campo di temperatura di -40/+60 °C. La precisione per questo tipo di misure è di ± 0.5 cm (± 2mm per il sensore radar) e la risoluzione di 1 cm nel range di misura 0.5/15 m (>40 metri per il sensore radar). Con la stessa tipologia di sensore (ultrasuoni) sono attrezzate le stazioni nivometriche. Le aste idrometriche di stazione sono del tipo ottico visivo a scala graduata in lega di alluminio verniciato a caldo (o acciaio inox) con accuratezza di 1 cm e graduazione di 10 cm ogni metro.

Gli anemometri sono del tipo elettromeccanico (gonioanemometro a banderuola e tachoanemometro a tre coppe) con campo di misura variabile da 0,25 ÷ 50 m/s e accuratezze in velocità pari a ±0,25 m/s (per velocità da 0÷20m/s) e ±0,7 m/s (per velocità >20m/s). Negli ultimi anni si stanno sperimentando soluzioni che prevedono l'installazione di anemometri sonici. I barometri sono del tipo elettronico a ponte piezoresistivo con campo di misura da 700 a 1100 mb (hPa) mentre i radiometri (o solarimetri) per il rilevamento della radiazione solare incidente globale (diretta e riflessa) sono del tipo a termopila con campo di misura da 0÷1500 W/m².

Con fondi regionali, a fine 2017 è stato completato il progetto per l'”Integrazione di sensori per il rilievo dell'umidità del suolo sulla rete in telemisura in ponte radio della Regione Abruzzo” i cui dati sono operativi dal 2018. In particolare, in ciascuna delle in 19 stazioni della rete in telemisura ospitante i sensori, sono state installate n. 3 sonde a diverse profondità (-10, -20, -40 cm). I sensori propagano un impulso nel suolo che viene catturato e riflesso da una sonda immersa nel terreno. Il contenuto d'acqua è misurato in base al tempo impiegato dall'impulso a tornare indietro.

Manutenzione

La manutenzione delle stazioni facenti parte della rete in telemisura ha da sempre rivestito un ruolo fondamentale al fine di garantire il complesso sistema di rilevamento, acquisizione, registrazione ed elaborazione dei dati rilevati. Fino all'avvento delle apparecchiature elettroniche la manutenzione è stata garantita dal personale dell'ex Servizio Idrografico e Mareografico attraverso periodiche ispezioni. In tempi recenti, con il progressivo avanzamento tecnologico della sensoristica e la carenza di professionalità all'interno dell'ex Servizio Idrografico, la manutenzione è ora affidata a Ditte certificate (UNI EN ISO) ed

altamente specializzate nel settore attraverso appositi contratti di manutenzione. Il processo di manutenzione viene monitorato sia attraverso visite in situ sia mediante il monitoraggio di appositi portali messi a disposizione dalle varie Ditte manutentrici.



Figura 18 Attività di manutenzione ordinaria di capannine meteorologiche

Misure di Portata - Misure di Velocità (Stazioni Sperimentali)

In quattro stazioni idrometriche della rete fiduciale (Vomano a Fontanelle di Atri, Aterno Sagittario ad Alloggiamento Idraulico, Pescara a Santa Teresa Sangro a Paglieta) si stanno sperimentando misure di velocità superficiale al fine della determinazione della portata in transito.

Il sensore di velocità superficiale è progettato per la misura non a contatto della velocità media superficiale (range di misura $0,30 \div 1,5 \text{ m/s}$) di un corpo idrico sfruttando il principio dell'effetto Doppler. Il sensore analizza e compara la differenza di frequenza tra la radiazione emessa e quella riflessa, determinando la velocità media locale della corrente nel cono di misura. L'ampiezza dello specchio di misura del sensore varia a seconda della distanza con l'acqua e dalla sua inclinazione rispetto alla verticale. Quest'ultima viene automaticamente calcolata grazie ad un sensore di inclinazione integrato nel sensore. Il rilievo della portata in transito in tempo reale viene effettuato, nota la sezione fluviale precedentemente rilevata, attraverso il corrispondente solido delle velocità rilevate dal sensore in superficie ed esteso, attraverso opportuni algoritmi, a tutta la sezione.

La misura in continuo della portata consente sia di controllare le misure di portata effettuate tramite metodi classici (mulinelli idrometrici, profilatori doppler, ecc.) sia la variazione della conformazione dell'alveo attraverso il confronto congiunto tra la scala di deflusso e le misure rilevate.



Figura 19 Sensore idrometrico e sensore di velocità superficiale

Rete freaticometrica

Allo stato attuale, anche se non fa parte della rete in telemisura, tale rete merita necessariamente un doveroso accenno. La rete di monitoraggio dei livelli freaticometrici è affidata agli Osservatori Idrografici Volontari i quali conferiscono periodicamente il dato misurato; questa preziosa attività, svolta per conto dell'ex SIMN prima ed ora per l'Ufficio Idrografico e Mareografico, ha garantito la longevità dei dati freaticometrici registrati sin dai primi anni del secolo scorso raccolti negli Annali Idrologici, e dal 1986 disponibili anche in database digitalizzati.

Tali dati digitalizzati sono stati oggetto di studi scientifici da parte del Dipartimento di Ingegneria e Geologia dell'Università G. D'Annunzio di Chieti-Pescara, che ha in corso ricerche sulle interazioni tra afflussi meteorici ed oscillazioni piezometriche delle falde alluvionali; tale attività ha dato inoltre occasione al gruppo di lavoro universitario, in concerto con l'Ufficio Idrografico e Mareografico, di effettuare una ricognizione geografica e anagrafica dei pozzi afferenti a tale rete di monitoraggio.

Sviluppi futuri della rete in telemisura

Monitoraggio sottopassi

Attraverso i fondi del Programma di Cooperazione IPA Adriatico e del Programma POR-FESR Abruzzo 2007/2013 Asse IV - Attività 3.1.d, sono stati installati in 5 aree pilota (Alba Adriatica, Tortoreto, Giulianova, Pescara, Francavilla al Mare) individuate tra quelle a maggior rischio idraulico, ricadenti nel raggio di azione del radar meteorologico installato nel Comune di Tortoreto, dei sistemi di monitoraggio dei sottopassi.

Tali sistemi, concessi in comodato d'uso gratuito ai rispettivi Comuni, consentono di monitorare in tempo reale le condizioni dei sottopassi mediante una serie di sensori. I sistemi, opportunamente calibrati, consentono di attivare in situ degli allarmi i quali fanno scattare delle misure che vanno dalla segnalazione su apposita segnaletica luminosa all'invio di e-mail e sms a soggetti specifici. La sensoristica installata comunica con la sala operativa comunale attraverso canale gprs ed in backup attraverso la rete in telemisura.

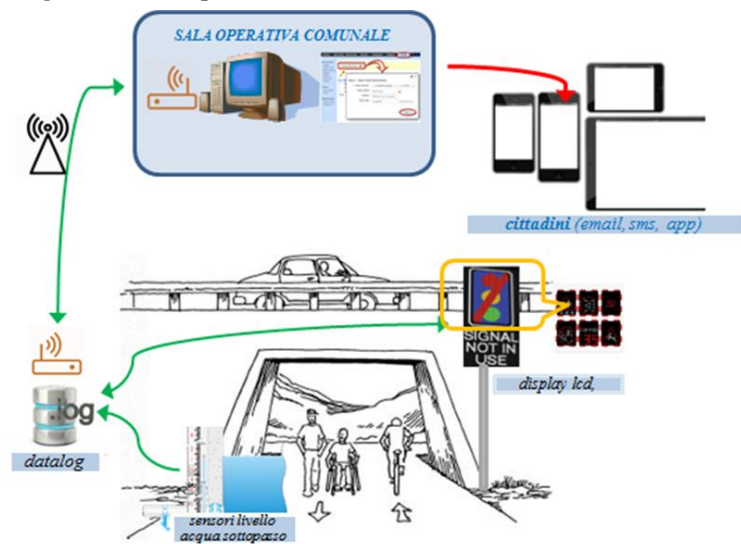


Figura 20 Schema funzionamento sistema di monitoraggio sottopassi

Monitoraggio Frane.

A seguito dello stato di emergenza dovuto al sisma del 24 agosto 2016 e degli eventi meteorologici del gennaio 2017, sono state attivate delle procedure in caso di somma urgenza e di Protezione Civile (D.Lgs. n. 50/2016, Art. 163) che hanno consentito l'installazione di Sistemi mobili di monitoraggio in tempo reale delle frane di Ponzano e Borzano di Civitella del Tronto (TE) e di Castelnuovo di Campi (TE). Tali sistemi sono stati installati nelle zone immediatamente a ridosso delle zone rosse al fine di consentire alla popolazione ancora residente di essere informata tempestivamente sull'evolversi della situazione idrogeologica e di poter recarsi in luoghi sicuri.

Il sistema è composto, oltre che da sensori termopluviometrici, da moduli di gestione di reti mesh, nodi W-Point con sensori di inclinazioni integrati per il controllo delle deformazioni del terreno, clinometri da parete per il controllo delle strutture, nodi wireless W-Point per l'acquisizione e la trasmissione dei dati clinometrici verso la stazione ed eventuali nodi ripetitori per garantire la ridondanza delle comunicazioni. La sensoristica installata, fornita ai rispettivi Comuni in comodato d'uso, comunica con la sala operativa comunale attraverso canale gprs ed in backup attraverso la rete in telemisura. Anche tali sistemi, opportunamente calibrati mediante sistemi di soglie, consentono di attivare degli allarmi per consentire alle autorità coinvolte il necessario supporto decisionale.

Prodotti forniti

I dati della rete regionale in telemisura vengono forniti in applicazione del Tariffario Regionale (DGR 315/2014) disposto in attuazione di quanto previsto dalla L.R. n.1/2012 modificata con L.R. n.1/2014.

Sono molteplici le richieste provenienti da Enti pubblici, Università ed Enti di ricerca, liberi professionisti, privati cittadini inerenti quesiti sui dati della rete in telemisura. Oltre alle finalità legate alla Protezione Civile la rete regionale in telemisura fornisce dati utili per scopi legali, assicurativi, di progettazione di opere pubbliche/private e di studio inerente aspetti agricoli, energetici, industriali e, in genere, ambientali. Mediamente, l'Ufficio Idrografico e Mareografico, gestisce circa 250 richieste annue di dati relativi alla rete in telemisura riconducibili a prestazioni previste nel Tariffario.

Le risorse finanziarie derivanti dall'erogazione delle prestazioni previste nel Tariffario sono destinate in prevalenza alla manutenzione della rete di monitoraggio.

Criticità

Le maggiori criticità relative all'attuale composizione della rete in telemisura sono legate alla distribuzione della rete pluviometrica. Attualmente la rete fiduciale conta circa 90 pluviometri sull'intero territorio regionale; 1 pluviometro ogni 120 Km² circa. Secondo la pubblicazione ex SIMN "Norme tecniche per la raccolta e l'elaborazione dei dati idrometeorologici" la distribuzione ottimale varia da una



Figura 21: Sistema di monitoraggio frane: clinometri da parete

stazione ogni 100 kmq per le zone di pianura fino a una stazione ogni 50 kmq per le zone di montagna. Per la conformazione geografica regionale lo standard ottimale dovrebbe superare i 100 pluviometri.

Relativamente alla composizione tecnologica, sono ancora attualmente operative delle stazioni su capannine meteorologiche con pluviografi meccanici adattati per la trasmissione elettronica del dato. Tali attrezzature presentano diversi inconvenienti rapportati all'attualità: necessitano di personale specializzato per le operazioni di manutenzione (pulizia strumentazione, taratura, ecc.) e del contributo degli Osservatori Idrografici Volontari per la raccolta e trasmissione dati, la sorveglianza e la pulizia della stazione. Inoltre, le capannine meteorologiche, essendo costruite in legno, sono soggette a rapida usura. Tale strumentazione è ormai in disuso in quanto a pezzi di ricambio e loro approvvigionamento.

Necessario step tecnologico dovrebbe essere dedicato alla Rete Freatimetrica, attualmente rete totalmente manuale con conseguenti dati in tempo differito (alcuni mesi). In aggiunta si riscontrano difficoltà nel reperire nuovi Osservatori Idrografici con disponibilità di pozzi indisturbati per il rilievo delle altezze freatiche.

Altre difficoltà sono legate al complesso delle operazioni di misura della portata dei corsi d'acqua; il personale (numero addetti e loro formazione), le nuove attrezzature, la manutenzione dei siti delle stazioni idrometriche (risorse economiche, ditte di fiducia del servizio, ecc.) sono solo alcune delle criticità legate a questa fondamentale attività.

Allarmeteo e il sistema di allertamento della Regione Abruzzo

Andrea Cipollone *Centro Funzionale Regione Abruzzo

Introduzione

Il Centro Funzionale d'Abruzzo quotidianamente sulla base delle previsioni meteo di protezione civile valuta i fenomeni alluvionali e franosi che possono determinare situazioni di pericolo per la popolazione e danni sul territorio. Sulla base di queste valutazioni il Centro Funzionale pubblica il bollettino di criticità regionale, ogni giorno entro le ore 14:00 e, se sono previsti effetti e danni, emana l'allerta (gialla, arancione, rossa) per le zone interessate dall'evento. In base all'allerta emanata, i Comuni attivano una specifica fase operativa (attenzione, preallarme, allarme) e compiono le azioni previste dal proprio Piano Comunale di Protezione Civile.

La valutazione della criticità riguarda:

- Criticità Idraulica: rischio derivante da piene e alluvioni che interessano i corsi d'acqua del reticolo idrografico maggiore
- Criticità Idrogeologica: rischio derivante da fenomeni puntuali quali frane, ruscellamenti in area urbana, piene e alluvioni
- Criticità idrogeologica per temporali: rischio derivante da fenomeni meteorologici caratterizzati da elevata incertezza previsionale in termini di localizzazione, tempistica e intensità

Il Centro Funzionale d'Abruzzo, in collaborazione con il Dipartimento di Ingegneria e Scienze dell'Informazione e Matematica dell'Università degli Studi dell'Aquila, ha sviluppato un'innovativa piattaforma denominata "Allarmeteo". Il team è composto da un gruppo di giovani ricercatori, docenti, studenti dell'Università degli Studi dell'Aquila in collaborazione con i tecnici del Centro Funzionale della Regione Abruzzo. Il sistema si basa sull'invio simultaneo di avvisi e informative (e-mail, posta elettronica certificata e SMS) tramite un sistema web raggiungibile all'indirizzo internet <http://allarmeteo.regione.abruzzo.it>. Questo strumento permette di contattare con immediatezza i referenti degli Enti che partecipano al sistema di allertamento regionale con il vantaggio di ottenere un riscontro a qualsiasi comunicazione inviata.

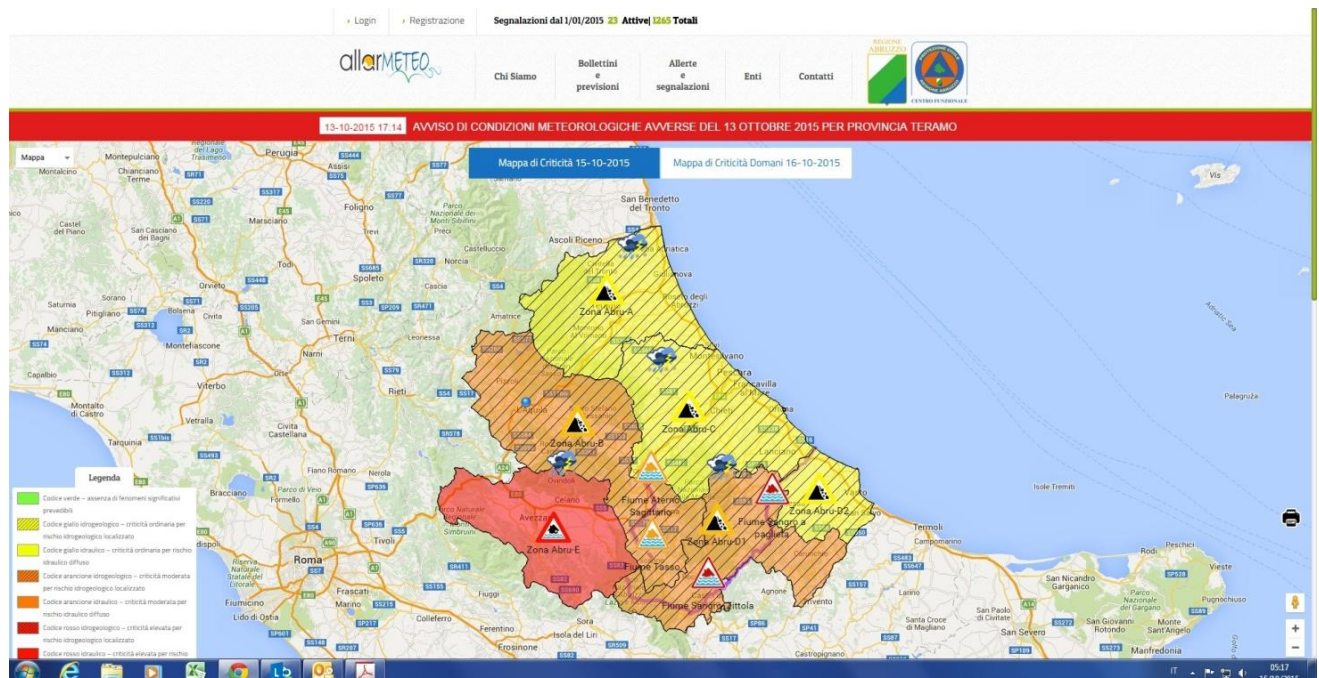


Figura 22 Il sistema Allarmeteo.

Descrizione dell'applicazione

Il progetto si basa su un'infrastruttura tecnologica in grado di offrire un servizio di comunicazione multicanale tra enti e cittadini. La piattaforma è in grado di coprire casistiche dalle più generiche alle più specialistiche e rappresenta un sistema centralizzato dove i dati confluiscono in un unico database condiviso tra enti e cittadini. Il sistema è composto da un sistema web e da un'applicazione mobile in grado di offrire

la funzionalità di emissione e ricezione delle segnalazioni in base alle preferenze espresse dall'utente, segnalazioni che possono variare da ordine pubblico a segnalazioni di allertamento. La piattaforma ha un amministratore che abilita gli enti affiliati e definisce la natura delle segnalazioni che possono essere gestite. Le segnalazioni vengono ricevute ed instradate all'ente di competenza che, usando una dashboard, può avere un quadro di insieme di tutte le segnalazioni pervenute ed emesse.

Allarmeteo e il Sistema di allertamento regionale

Il Centro Funzionale della Regione Abruzzo opera in accordo alle procedure del “Sistema di Allertamento Regionale Multirischio” approvate con D.G.R. n. 172 del 04.03.2015 a seguito di formale approvazione da parte del Dipartimento della Protezione Civile Nazionale. Il documento descrive i principi generali che regolano l'allertamento in ambito di protezione civile, le fasi di allertamento ed il ruolo del Centro Funzionale d'Abruzzo nei confronti delle componenti istituzionali e delle strutture operative del sistema regionale di protezione civile. Dal 2011 è in essere un Protocollo d'Intesa con le quattro Prefetture della regione, nato dalla necessità di definire in maniera condivisa, i ruoli e le modalità operative di ciascuna componente del sistema di protezione civile, al fine di coordinare tutte le risorse disponibili sul territorio, evitando rischi di duplicazione e sovrapposizioni di attività ed ottimizzando le risposte delle Istituzioni.

Il Centro Funzionale d'Abruzzo ha introdotto nuovi canali di comunicazione, strumenti moderni e più idonei alla diffusione capillare e tempestiva delle informative di protezione civile nell'era del web 2.0.



Figura 23 La comunicazione nell'era del web 2.0

Quando viene emessa una segnalazione, questa è instradata ai destinatari tramite email, PEC, SMS, viene pubblicata automaticamente sul portale della Regione Abruzzo, viene resa disponibile alle principali testate giornalistiche via RSS ed è pubblicata sui principali social network Twitter, Facebook e Google+. Tutto questo grazie ad Allarmeteo.

Collegandosi al sito internet <http://allarmeteo.regione.abruzzo.it>, enti e cittadini possono conoscere le criticità in atto. Gli utenti registrati possono accedere alla propria area riservata ed indicare i canali di comunicazione che intendono utilizzare per ricevere le informative e chi deve essere allertate in caso di criticità. L'utente può modificare autonomamente le informazioni di contatto ed il sistema viene immediatamente informato della variazione. Quando si visita il sito di Allarmeteo, il sistema chiede l'autorizzazione a geolocalizzare l'utente che si è collegato, qualunque utente, dovunque si trovi.

Il cittadino può scaricare gratuitamente l'App per dispositivi mobili che rende l'utente parte attiva di questo sistema di comunicazione.



Figura 24 L'App di Allarmeteo

Grazie a questa App, quando un cittadino si trova a transitare in un'area in cui è in corso o è prevista una criticità, sul proprio telefonino comparirà un avviso che lo informerà dell'evento in atto, consigliandolo sulle norme di comportamento più adeguate. Lo sviluppo di app ha come obiettivo principale la condivisione delle informazioni; rendere consapevole il cittadino, primo fruitore del territorio, dei rischi incombenti sullo stesso nonché sulle misure di autoprotezione da attuare, porta ad una riduzione del numero di esposti.

Inoltre, il cittadino può diventare parte attiva ed effettuare lui stesso delle segnalazioni. Attraverso la App potrà ad es. scattare una foto di un particolare ed inviarlo al sistema. La segnalazione verrà registrata e, dopo una necessaria verifica di attendibilità, verrà veicolata attraverso la piattaforma stessa alla Sala Operativa che intraprenderà le azioni necessarie alla gestione dell'emergenza.

A supporto delle attività di allertamento delle Regioni, il Dipartimento della Protezione Civile sta realizzando IT-Alert, la nuova piattaforma tecnologica ideata per compiere, in maniera univoca, diretta e capillare l'“ultimo miglio” del sistema di allertamento nazionale. Dunque, ferme restando le responsabilità di ciascuna componente del sistema di allertamento, con questa Piattaforma si intende raggiungere, nell'imminenza di una possibile situazione di emergenza, il maggior numero di cittadini esposti in un'area a rischio, tramite brevi messaggi di testo recapitati direttamente sui loro telefoni cellulari e/o smartphone. Con il progetto IT-Alert, inoltre, si intendono creare i presupposti per raccogliere ed omogeneizzare, su un unico portale nazionale, tutti i piani di protezione civile dei Comuni d'Italia, e realizzare e diffondere una nuova App per smartphone interattiva dedicata alla loro consultazione diretta. In tal modo, verranno fornite ai cittadini puntuali indicazioni per l'adozione di misure di autoprotezione.

Principali funzionalità

L'Ente dopo aver effettuato il login ha a disposizione diverse funzionalità quali:



Figura 25 Le principali funzionalità di Allarmeteo

Per il Centro Funzionale, Allarmeteo rappresenta un vero e proprio strumento di lavoro per le attività che vanno dalla previsione meteo, alla valutazione della criticità idrogeologia ed idraulica fino all'allertamento.

Allarmeteo offre indubbi vantaggi nelle fasi emergenziali e introduce importanti innovazioni nel processo di allertamento:

1. consente agli operatori di protezione civile di gestire dinamicamente ed attraverso poche operazioni, la creazione e l'invio di allerte e segnalazioni, a tutti gli enti e/o comuni interessati, caratteristica fondamentale nelle concitate fasi emergenziali;
2. tutti i dati relativi ai contatti da allertare sono raccolti in un unico datacenter e vengono aggiornati autonomamente dai soggetti stessi, garantendo la consistenza delle informazioni registrate;
3. tutti i dati relativi ad un evento emergenziale sono organizzati in un sistema omogeneo e coerente permettendo di reperire agevolmente le informazioni necessario alla redazione dei rapporti di evento;
4. caratteristica innovativa è l'apertura del servizio ai cittadini, ovvero chiunque può registrarsi, avere un account e ricevere notifiche geolocalizzate e categorizzate in base alle proprie preferenze;
5. il cittadino è ora parte attiva del sistema può esso stesso inviare delle segnalazioni e allegare immagini e video a supporto delle allerte emesse utili per la conoscenza dell'evento in atto.

L'infrastruttura tecnologica

Attualmente il sistema risiede presso i server del centro tecnico regionale della Regione Abruzzo in via L. Da Vinci a L'Aquila ed è composto da un'applicazione web e da un'applicazione mobile disponibile per le più diffuse piattaforme mobili quali Apple iOS, Google Android, Windows Phone. Il software viene eseguito su sistema operativo Linux Ubuntu Server 14.0, utilizza il server HTTP Apache 2.2, il motore di database MySQL 5.1 ed è codificato in linguaggio PHP 5. Per lo sviluppo lato client fa uso di jQuery 2.1 e Bootstrap 3.3, il framework HTML, CSS, JS tra i più diffusi e popolari per la realizzazione di interfacce web. Per la comunicazione utilizza opportune interfacce verso servizi web esterni di operatori mobili e fornitori di servizi di messaggistica. Tutte le tecnologie utilizzate sono progetti Open Source, rilasciati sotto licenza GNU/GPL.

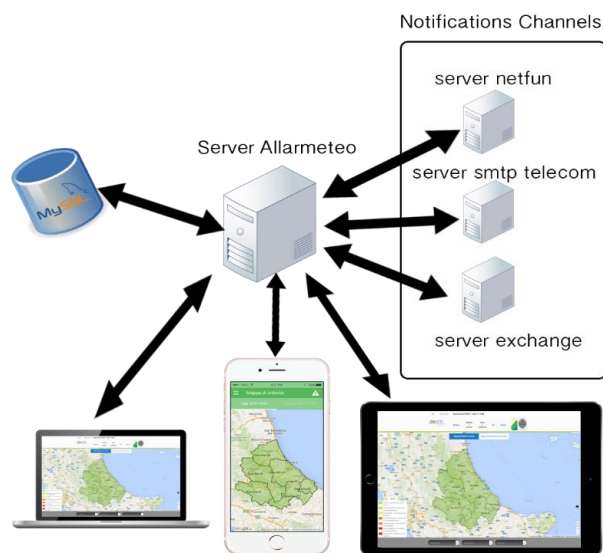


Figura 26 Schema semplificato dell'architettura di Allarmeteo

Il server di Allarmeteo, è la macchina nella quale risiede il sistema, che comunica con il database nel quale vengono immagazzinate tutte le informazioni, consultabili tramite piattaforma web ed applicazione mobile.

Per garantire le comunicazioni verso l'esterno il sistema espone opportune interfacce con servizi di terze parti, come il server di posta Microsoft Exchange per l'invio delle email, il servizio di posta certificata di Telecom Italia ed il servizio di invio SMS tramite provider di messaggistica ad alta affidabilità. Questi servizi sono racchiusi in un unico cluster denominato Notifications Channels e consentono l'invio simultaneo di email, PEC ed SMS a tutti gli Enti registrati. Inoltre, vengono inviate delle notifiche sul telefonino a tutti i cittadini che dispongono della App sulla base della loro posizione geografica. La comunicazione da e verso

i dispositivi mobile avviene tramite il protocollo REST in accordo con le raccomandazioni del Codice dell'Amministrazione Digitale in ottica OPEN DATA.

Evoluzione di Allarmeteo

L'Architettura di Allarmeteo prevede la futura integrazione della piattaforma con la segnalazione proveniente da sensoristica installata presso punti di interesse (in moderazione), ad esempio fiumi soggetti ad esondazione. La river flow measurement o Wind detection (con anemometri) sono un'attività promettente in cui sensoristica di vario genere comunica con le REST API permettendo la creazione automatica di segnalazioni, che verranno poi verificate dagli operatori e quindi abilitate.



Figura 27 Evoluzione di Allarmeteo in ottica IoT

Personalizzazione di Allarmeteo per le componenti istituzionali

Allarmeteo offre un'infrastruttura tecnologica aperta e personalizzabile in grado di offrire un servizio di comunicazione efficace tra enti e cittadini su qualunque tematica di interesse dell'amministrazione comunale. La piattaforma è in grado di trattare casistiche dalle più generiche alle più specialistiche, quali comunicazioni legate alla viabilità, alla chiusura di scuole o uffici pubblici fino all'allertamento per eventi meteo e rappresenta un sistema centralizzato dove i dati confluiscono in un unico database condiviso tra enti e cittadini. Il sistema è composto da un sistema web e da una applicazione mobile in grado di offrire la funzionalità di emissione e ricezione delle segnalazioni in base alle preferenze espresse dal cittadino. L'amministratore può assegnare gruppi di utenti a particolari categorie:

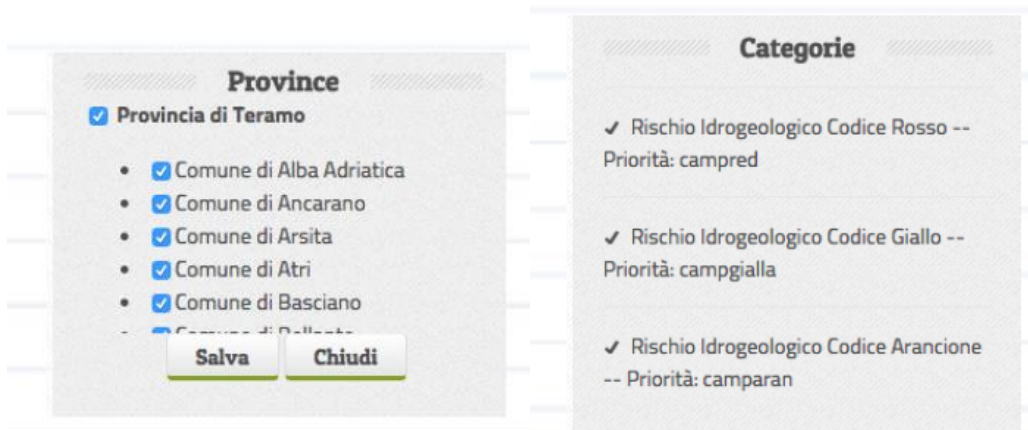


Figura 28 Personalizzazione di Allarmeteo

Segue poi la creazione dell'allerta vera e propria in cui vengono selezionati i campi relativi ai canali preferenziali di ricezione (SMS, PEC, E-mail, ...) ed ogni altro canale di comunicazione implementato.

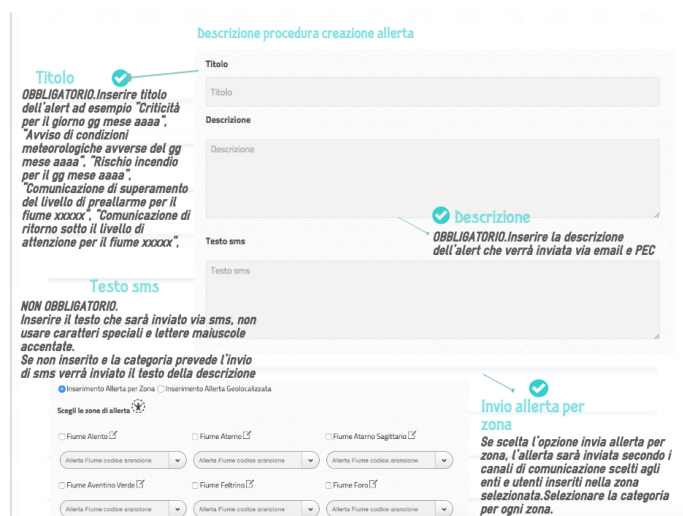


Figura 29 Geolocalizzazione dell'Alert

Di non secondaria importanza è il fatto che l'allerta può essere emessa come geolocalizzata o per zone predefinite di allerta. Nel primo caso quindi gli enti raggiunti sono selezionati in base alla localizzazione fisica e di competenza, nel secondo le zone sono associate agli enti di competenza e sono quindi dei contenitori logici.

Integrazione gerarchica dei sistemi di allertamento

Allarmeteo rappresenta un Sistema di Sistemi (SoS), ovvero un insieme di sistemi in grado di comunicare con altri sistemi per realizzare, attraverso una cooperazione applicativa, funzionalità aggiuntive in cui ogni componente è in grado di funzionare indipendentemente.

Allarmeteo espone delle opportune interfacce di comunicazioni (API) per consentire l'integrazione dei dati tra sistemi eterogenei attraverso servizi standardizzati, realizzando un'integrazione di dati gerarchici. In questo scenario Allarmeteo rappresenta il livello superiore di un'integrazione di sistemi che si occupano della diffusione di avvisi a livello comunale, provinciale e regionale.

Una delle possibili integrazioni tra Allarmeteo e sistemi sviluppati dai Comuni è quello di utilizzare le *API REST* che il sistema espone in modo da rendere possibile l'integrazione con applicazioni di terze parti con funzionalità differenti. Utilizzando le API ogni Comune può creare una sezione apposita sul proprio portale in cui presentare i dati provenienti dalle allerte emesse, ma relative alla propria area di competenza. Una chiamata alle API di esempio di Allarmeteo è simulabile al seguente link <https://allarmeteo.regione.abruzzo.it/api/v1/alert.php/> dove vengono restituiti i dati relativi alle segnalazioni emesse dal Centro Funzionale.

Le informazioni vengono restituite in formato JSON e si presentano nel seguente formato:

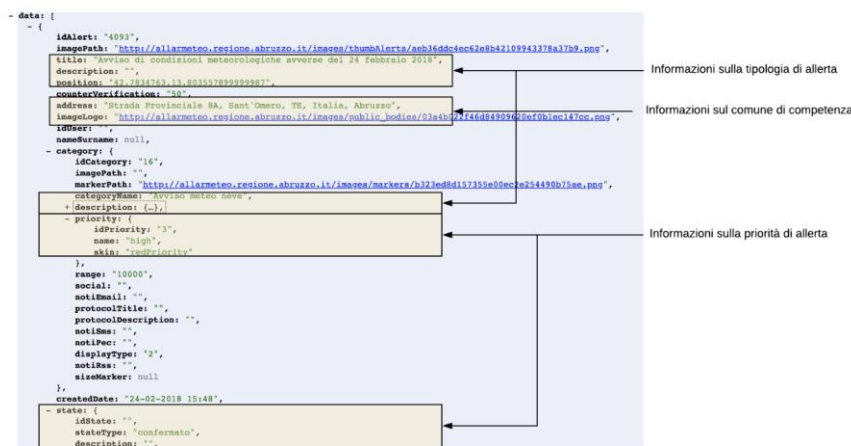


Figura 30 Schema delle informazioni restituite in formato JSON

Sono pertanto evidenziate in giallo le informazioni relative alla tipologia di allerta e alla sua priorità; le informazioni sull'area di competenza dell'allerta e molte altre informazioni processabili. Questo layer di interscambio permette pertanto di filtrare le informazioni e anche le notifiche di ogni Comune. L'architettura pertanto permette l'integrazione del dato con altri portali e applicazioni mobili sviluppabili per ogni Comune, garantendo anche la totale libertà nella presentazione del dato.

L'integrazione di tali informazioni in formato fruibile per ogni Comune, pertanto prevede in sintesi:

- sviluppo di un sottosistema web (eventualmente sottodominio) per ogni Comune in cui presentare i dati su mappa;
- sviluppo del sistema di backend per gli enti aderenti;
- integrazione ad eventuali CMS esistenti;
- sviluppo opzionale di app mobile per ogni comune per la presentazione e la notifica delle segnalazioni e/o eventuale integrazione ad app comunale esistente;

Di seguito una ipotesi di rappresentazione delle funzionalità (web / mobile) in cui vengono presentate le features legate al dato di Allarmeteo e le features indipendenti che ogni comune può aver necessità di presentare sui propri canali di comunicazione.

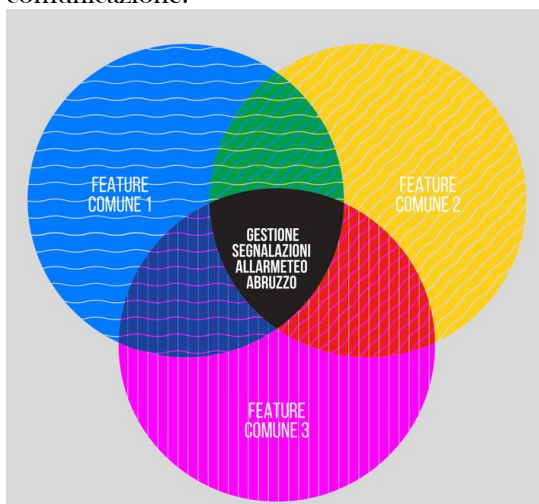


Figura 31 Caratteristiche in comune con Allarmeteo

Conclusioni

Facebook, Twitter, Instagram. Social network e social media ci hanno abituato a una comunicazione tempestiva, in tempo reale, che ci immerge costantemente in un flusso ininterrotto di tweet, post, notifiche. Una comunicazione che ci è già, per molti versi, familiare, ma che ci porta a interrogarci sul modo migliore per entrare a far parte di questo flusso, che è poi il più utile per il cittadino, la cui complessità si riverbera sulla delicata questione della comunicazione del rischio e dell'emergenza. Con l'approvazione del Codice di protezione civile (decreto legislativo n. 1/2018), la promozione di azioni dedicate alla diffusione della conoscenza e della cultura della protezione civile diventa di primaria importanza al fine di incoraggiare i cittadini ad adottare comportamenti responsabili e misure di autoprotezione per riduzione del rischio in caso di catastrofi naturali. In questa direzione, Allarmeteo diventa uno strumento importante e primario:

attraverso Allarmeteo, i cittadini possono essere informati degli avvisi emessi, conoscere i comportamenti corretti in caso di emergenza ed essere coinvolti in un efficiente sistema di early warning. La possibilità di un'integrazione gerarchica di dati, integrazione IoT e integrazione crowdsourcing che Allarmeteo offre rendono questo SoS completo e ancor più affidabile per la comunicazione della protezione civile in grado di raggiungere i cittadini con informazioni tempestive ed efficaci utili al fine di preservare la propria sicurezza in caso di disastri naturali: un vero esempio di comunicazione efficace dell'ultimo miglio durante la fase di gestione delle emergenze. Tale caratteristica di apertura di coinvolgimento de cittadino ha portato Allarmeteo ad ottenere una serie di riconoscimenti tra cui una menzione speciale nel Concorso OpenGov Champion 2019 nell'ambito del quale il Centro Funzionale d'Abruzzo è stato premiato dal Ministro per la Pubblica Amministrazione per l'adozione di prassi virtuose nell'ambito dei temi propri del governo aperto quali trasparenza amministrativa, open data, partecipazione, accountability, cittadinanza e competenze digitali.

Se pensiamo che questo sistema può essere utilizzato su scala Nazionale, possiamo davvero immaginare ad un sistema nazionale di protezione civile formato da 60.000.000 di persone.

Mitigazione del dissesto idrogeologico: i sistemi di allerta locale e le reti regionali

Guido Bernardi * CAE S.p.A

CAE è un'azienda nata nel 1977 dalla volontà di quattro ingegneri elettronici specializzati in telecomunicazioni, con uno scopo ben determinato: fornire a enti pubblici e privati tecnologie evolute per il monitoraggio del rischio ambientale dovuto ai fenomeni naturali, inizialmente con focus su quelli idro-meteorologici. Sin dagli inizi dell'attività, CAE porta avanti una politica di sviluppo fondata sia sulla grande attenzione alle esigenze del cliente sia sulla ricerca e lo sviluppo di soluzioni sempre più sofisticate ed efficaci.

La Rete automatica della Regione Abruzzo è stata fornita da CAE ed è tutt'ora in manutenzione, si tratta di 81 stazioni idro-pluviometriche. Nel corso degli ultimi 30 anni sono stati fatti diversi interventi di aggiornamento e, ad oggi, coesistono 3 tecnologie di epoche diverse in un unico sistema: la parte di rete installata nel 1987 fu realizzata utilizzando SP200, integrata a partire dal 2001 con SMP20, e dal 2013 anche con datalogger Mhaster.

Un altro esempio di rete di monitoraggio idro-meteorologico caratterizzata da 30 anni di affidabilità e retro-compatibilità è quella di ARPA Piemonte, costituita da 400 stazioni automatiche.

Dal monitoraggio all'allertamento

L'aumento dei fenomeni intensi e dei danni che ne derivano hanno portato CAE a mettere la sua competenza al servizio di molteplici ambiti di rischio, dedicandosi a un monitoraggio multirischio che integra anche logiche di allertamento, fondamentali nella lotta alla mitigazione dei rischi.

Questo cambiamento ha influenzato anche la missione aziendale, ora incentrata sul creare innovazione per la creazione di un mondo più sicuro, garantendo interventi tempestivi per la salvaguardia della vita delle persone.

Oggi CAE è l'impresa italiana leader nella progettazione, realizzazione e manutenzione di sistemi affidabili ed efficaci per il monitoraggio in tempo reale, il supporto alle decisioni e l'allertamento durante le emergenze. Le soluzioni proposte sono impiegate nella mitigazione del rischio derivante dal dissesto idrogeologico e da eventi meteorologici estremi, nella mitigazione dell'impatto degli incendi boschivi e nel controllo, anche qualitativo, delle risorse idriche.

Ad oggi CAE ha fornito in tutto il mondo:

- 5.200 stazioni automatiche in telemisura;
- 750 ripetitori radio in banda UHF;
- 3.900 sensori idrometrici;
- 4.600 sensori pluviometrici;
- 500 nodi wireless per reti mesh locali.

Solo in Italia, dove CAE è leader in 15 Regioni, si possono contare:

- 37 reti e 2.600 stazioni automatiche attualmente in manutenzione;
- 15.000 sensori di misura con funzionamento garantito oltre il 98% in tempo semi-reale;
- 44 aree di frana per le quali CAE gestisce la manutenzione del sistema di monitoraggio e/o allertamento.

Le nuove architetture, rispetto alle soluzioni tradizionali, oltre ad essere multirischio, consentono alla stazione di essere accessibili grazie al web server presente a bordo del datalogger, utilizzano reti wireless di sensori, con architettura mesh in grado di riconfigurarsi automaticamente. Sono inoltre diventate reti di allertamento, in grado di attivare allarmi in autonomia, senza dover prima passare dalla centrale di controllo; questo consente un intervento immediato che, in situazioni di estrema emergenza, può risultare utile per salvare vite.

ARCHITETTURA DEL SISTEMA

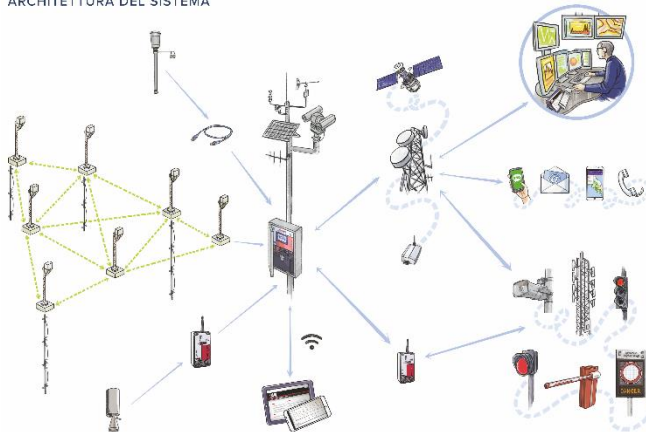


Figura 32 Architettura del sistema CAE.

Sistemi di monitoraggio e allertamento per la mitigazione dei rischi naturali

Nel 2001 CAE realizzò uno dei primi sistemi di allertamento presso il comune di Cesenatico, interessato da fenomeni di allagamento ricorrenti; un esempio di amministrazione locale virtuosa e attiva in materia di protezione civile, prevenzione del rischio alluvioni e comunicazione ai cittadini. Per avvisare questi ultimi del rischio alluvione è stato installato un sistema di monitoraggio idrometrico che, al superamento di soglie prestabilite, attiva l'allertamento mediante messaggistica SMS, sirene e rintocchi ricorrenti delle campane. Il sistema garantisce inoltre all'amministrazione uno strumento importantissimo per l'attivazione e la gestione di un sistema complesso come quello delle Porte Vinciane. Dopo 18 anni, il sistema risulta perfettamente funzionante, come dimostrato durante gli eventi di allerta del 24 febbraio e dell'11 marzo 2018 che hanno attivato i dispositivi di allarme facendo suonare le campane. Da allora gli ambiti di rischio da monitorare sono aumentati e di conseguenza anche i relativi sistemi.

Rischio allagamento sottopassi carrabili

Strutture particolarmente vulnerabili di fronte a grandi quantità di acqua scaricata al suolo sono i sottopassi carrabili, dove l'accumularsi di acqua può innescare situazioni di pericolo per i pedoni e gli occupanti dei veicoli in transito. Infatti, non sono poche le persone che ogni anno rimangono intrappolate in sottopassi allagati e, purtroppo, non mancano i morti.

Per questo sono stati realizzati sistemi di monitoraggio e di allarme, atti alla segnalazione tempestiva dell'allagamento del sottopasso e alla conseguente inibizione al transito. Questi sistemi solitamente sono dotati di:

- 1 datalogger;
- 2 sensori capacitivi on/off;
- 1 sensore piezometrico;
- 1 webcam;
- dispositivi di inibizione del traffico (ad es. pannelli informativi a messaggio variabile, semafori, lanterne semaforiche, etc.).

Il sistema è in grado di cambiare scenario in automatico, gestendo stati di "normalità", "preallarme" e "allarme". Il passaggio da uno stato all'altro può implicare l'intensificazione delle frequenze di acquisizione dati e scatto dei fotogrammi della telecamera, l'invio di SMS al personale preposto e l'attivazione dei dispositivi per l'inibizione del traffico che avviene automaticamente, senza dover necessariamente passare dalla centrale, al superamento delle soglie idrometriche preimpostate dall'Amministrazione. Il rischio di falsi allarmi è ridotto al minimo grazie alla copresenza di vari sensori e di una webcam per il monitoraggio visivo.

L'accesso ai dati, ai fotogrammi e ai parametri di configurazione di sistema non richiede l'utilizzo di alcun software, ma sfrutta il web service ospitato a bordo della stazione, che ne consente la gestione anche da dispositivi mobili. Il sistema di allerta locale è dunque autonomo, ma al contempo integrabile in reti nuove o preesistenti, per chi lo desidera.

Infine, la versatilità e potenza del datalogger Mhaster consentono alla stazione di potersi interfacciare con macchine operatrici idrauliche (elettropompe sommerse, sensori di livello, ecc.).

Sistemi di allertamento di 5 sottopassi in Abruzzo

Il Centro Funzionale della Regione Abruzzo, nel 2015, ha avviato un progetto per mitigare il rischio idraulico. Cinque sottopassi, di cinque Comuni (Pescara, Giulianova, Montesilvano, Francavilla al Mare e Tortoreto), sono stati dotati di sistemi di monitoraggio e allertamento affidabili ed efficaci per la messa in sicurezza delle aree in cui il deflusso delle acque potrebbe risultare difficoltoso durante eventi meteorologici intensi; a tal proposito per l'inibizione del traffico in caso di allagamento vengono utilizzati pannelli a messaggio variabile (PMV).



Figura 33 Sistema di monitoraggio e allarme dei sottopassi

Sistema di monitoraggio del sottopasso in via Contea di Rubiera (Reggio Emilia)

Anche la Provincia di Reggio Emilia, nel 2017, ha deciso di dotare di un sistema di monitoraggio e allerta un sottopasso a rischio allagamento, situato in via Contea, presso il Comune di Rubiera; nella fattispecie per l'inibizione del traffico in caso di allagamento vengono utilizzate due lanterne semaforiche.

Rischio flash flood

Fenomeni potenti e improvvisi come i flash floods sono in grado di generare inondazioni in poche ore e oggi sono sempre più frequenti; per questo esistono sistemi veloci e affidabili, in grado di monitorare contemporaneamente precipitazioni ad elevata intensità e l'innalzamento del livello dei fiumi che esse generano. L'obiettivo è quello di poter allertare tempestivamente le autorità competenti e la popolazione in caso di superamento di soglie critiche, in modo da attuare i piani di Protezione Civile previsti. Questi sistemi possono anche essere configurati per gestire allarmi in locale per l'inibizione automatica del traffico nelle aree a rischio utilizzando ad esempio semafori, pannelli luminosi o sirene.

Sistema di monitoraggio e allertamento per rischio esondazione dei torrenti Riccò e Scodogna (Parma)

Nel 2014 è stato fornito un doppio sistema di allertamento, sui torrenti Riccò e Scodogna, ciascuno con stazione idro-pluviometrica e sistema di controllo semaforico per inibire il traffico lungo un tratto stradale a rischio allagamento: i semafori vengono attivati a seguito del verificarsi di opportune condizioni di allarme sul livello idrometrico e sulla precipitazione cumulata (1 ora, trascinata). Ciascuna stazione opera localmente basando le logiche di attivazione dei semafori sulla base dei rilevamenti dei suoi sensori, senza interazione e scambio di dati con la centrale.

Sistema di monitoraggio e allertamento nel Comune di Ottone (Piacenza)



Figura 34 Sistema semaforico di segnalazione di area allagata.

Il Comune di Ottone si colloca in un'area a elevata propensione al dissesto idrogeologico, per questo motivo nel 2018 è stata installata una stazione pluviometrica con datalogger Mhaster che, al superamento di soglie critiche predefinite, attiva in modalità wireless dispositivi di allertamento per segnalare localmente il rischio di dissesto. In particolare, si tratta di dispositivi di allarme acustici e visivi, collocati in prossimità della piazza del paese e lungo le principali strade che collegano la piazza all'area maggiormente a rischio. Sempre al verificarsi di condizioni configurabili, la stazione consente l'invio di SMS di allarme e preallarme agli operatori dell'Amministrazione Comunale.

La visualizzazione dei dati da remoto è possibile accedendo all'unità tramite internet per mezzo di un qualunque browser web; tuttavia non si tratta solo di un sistema isolato, in quanto la stazione è inserita all'interno della rete di monitoraggio regionale gestita da Arpa, afferente alla rete fiduciaria di Protezione Civile. I dati pluviometrici rilevati dalla stazione vengono pertanto acquisiti via radio UHF dal centro di controllo della rete regionale di Arpa Emilia-Romagna di Parma e dal Centro Funzionale regionale.

La stazione quindi, oltre al GPRS, implementa una radio UHF RCS, sempre utile in caso di emergenza, quando spesso la rete cellulare non funziona, come testimoniato dagli articoli di cronaca del 2 novembre 2018, dove i sindaci delle alte valli piacentine, dopo 4 giorni di isolamento, si lamentarono della copertura mai efficiente, soprattutto in caso di maltempo.

Rischio Frane

Sono stati realizzati sistemi per il monitoraggio delle frane lente e sistemi per il monitoraggio di colate detritiche. Si tratta di reti orientate al monitoraggio di parametri geotecnici e alla gestione di eventi, come per esempio l'attivazione di allarmi acustici o di impianti per la gestione del traffico sulle strade. Il sistema di monitoraggio e allertamento per frane sviluppato da CAE è altamente efficiente e affidabile, tendenzialmente la sua architettura prevede:

- stazione base automatica con funzioni di concentratore/raccolta dati;
- sensori meteo per il rilevamento delle condizioni meteorologiche locali;
- nodi sensore dislocati sul corpo frana, collegati in modalità wireless e alimentati a batteria;

- sensori geotecnici integrati, come ad esempio estensimetri a filo, fessurimetri, celle di pressione, celle di carico, umidità al suolo, cavi a strappo, piezometri, clinometri, catene inclinometriche;
- collegamento ad un centro di controllo tramite rete UHF regionale e/o GPRS e/o satellite;
- sistemi locali di allertamento acustici (sirene) e/o visivi (semafori, lanterne, PMV, sbarre ...);
- sistema di messaggistica di allarme (SMS, email, Telefonata, ...) al personale preposto per la gestione dell'emergenza e/o ai cittadini.

Come anticipato, gran parte dell'innovazione tecnologica sta nell'utilizzo dei nodi wireless W-Master e W-Point utili per il monitoraggio di frane, argini, strutture o qualsiasi altro elemento da monitorare, basato sul concetto di una rete distribuita di sensori (Wireless Sensor Network) dislocata a campo.

La stazione, che è il collettore di tutti i dati viene collocata in una posizione sicura, fuori dal corpo di frana, sul quale invece vengono disposti i nodi wireless, collegati ai sensori geotecnici necessari. Ogni nodo è energeticamente indipendente e sovrintende ai processi di campionamento, registrazione e prima elaborazione dei dati. Si tratta di sistemi "multi-hop", in cui non è necessario configurare a monte le tratte di comunicazione tra i vari nodi, perché queste si autoconfigurano dinamicamente, non essendo il sistema vincolato da una gerarchia tra i nodi. Ciò consente di modificare agevolmente la geometria della rete a campo e di adattarla in base all'evoluzione del dissesto, senza dover intervenire sulla configurazione «software», ma semplicemente spostando il W-Point dove è più necessario, seguendo così l'evolversi dell'emergenza. Inoltre, questa possibilità della rete di riconfigurarsi permette al sistema

di sopravvivere ad eventuali malfunzionamenti se progettato con le opportune ridondanze.



Figura 35 Sistema di monitoraggio di aree in frana

Sistema di monitoraggio e allertamento della frana di Ponzano di Civitella del Tronto (TE)

A Ponzano, il 12 febbraio, si è riattivato un esteso fenomeno franoso che ha provocato l'evacuazione di oltre 100 persone. A tal proposito CAE ha fornito un sistema di monitoraggio e allertamento con l'obiettivo principale di valutare in tempo la necessità di ulteriori evacuazioni o, viceversa, la possibilità di far rientrare in sicurezza la popolazione evacuata presso le proprie abitazioni.

Lo scenario franoso era in continua evoluzione, ciò ha comportato l'impossibilità di intervenire con opere strutturali o con un monitoraggio in profondità, in quanto gli strumenti sarebbero diventati inutilizzabili nel giro di pochi giorni. Per questo motivo la tecnologia dei WSN si è prestata perfettamente, consentendo varie modifiche alla configurazione della rete a seguito delle continue variazioni.

| | Fase 1 Marzo 2017 | Fase 2 Marzo/Aprile 2017 | Fase 3 Novembre 2017 |
|-------------------|--|--|--|
| Stazione 1 | 3 nodi W-POINT con sensore inclinometrico integrato 5 nodi W-POINT collegati a 5 clinometri biassiali | 4 nodi W-POINT con sensore inclinometrico integrato 7 nodi W-POINT collegati a 7 clinometri biassiali | 6 nodi W-POINT con sensore inclinometrico integrato 8 nodi W-POINT collegati a 8 clinometri biassiali |
| Stazione 2 | 4 nodi W-POINT con sensore inclinometrico integrato 2 nodi W-POINT collegati a 2 clinometri biassiali | 4 nodi W-POINT con sensore inclinometrico integrato 2 nodi W-POINT collegati a 2 clinometri biassiali | 2 nodi W-POINT con sensore inclinometrico integrato 1 nodo W-POINT collegato a 1 clinometro biassiale |

Tabella 10 Evoluzione della configurazione della rete di monitoraggio della frana di Ponzano di Civitella del Tronto (TE)

Il sistema fornisce inoltre un servizio di allertamento con messaggistica istantanea attraverso SMS, messaggi vocali, fax ed e-mail.

Conclusioni

Le stazioni automatiche che fanno parte delle reti di monitoraggio in tempo reale con finalità di protezione civile possono essere usate come elementi attivi sul territorio, in quanto capaci di monitorare fenomeni anche complessi, come flash-flood, allagamenti urbani o frane e attivare allarmi secondo algoritmi programmabili.

Perché il sistema sia realmente efficiente e utilizzabile è necessario che dia pochi falsi allarmi, pochi mancati allarmi e che possa attivare segnali di allarme semplici.

È inoltre fondamentale che ci sia un ufficio responsabile della gestione di questi sistemi, che si preoccupi della manutenzione. Devono inoltre essere considerati all'interno dei Piani di Protezione Civile Comunale ed essere spiegati alla popolazione.

Infatti, per quanto la tecnologia possa progredire e mettere a disposizione strumenti sempre più all'avanguardia, la preparazione del cittadino è fondamentale.

Un esempio di campane suonate che non hanno raggiunto l'obiettivo si ha nel 1966, durante l'alluvione di Firenze, quando il priore Don Giovanni Mantellassi, avvertito del pericolo imminente, fece suonare le campane a distesa per avvertire i parrocchiani, ma pochi presero sul serio l'allarme, confidando nella robustezza dell'argine.

Quando il messaggio semplice non basta, formazione e informazione al cittadino sono fondamentali.

Mitigazione del dissesto Idrogeologico:
Sistemi integrati di monitoraggio e allertamento precoce dei fenomeni franosi
*Alex Stevanin *SIAP+MICROS S.p.A*

Per il centenario del Servizio Idrografico, Siap+Micros S.p.A., in funzione della sua esperienza, ha voluto concentrare l'attenzione sull'utilità dei sistemi di monitoraggio nella mitigazione del rischio idrogeologico, innanzitutto specificando di che cosa si parla quando si tratta il tema del rischio idrogeologico.

Per Rischio idrogeologico si intende il rischio generato da fenomeni di tipo geologico e/o idraulico, che sono identificati come Pericolo, dalle caratteristiche di Vulnerabilità degli elementi soggetti a tale pericolo e da quanti elementi vulnerabili sono esposti a tale evento pericoloso. Si può riassumere il rischio idrogeologico con la nota formula $R = P \times V \times E$.

In generale i fenomeni geologici e/o idraulici che producono il rischio idrogeologico sono le alluvioni e le frane. Siap+Micros ha un'esperienza pluridecennale nello sviluppo di sistemi di monitoraggio ed allarme, specificamente volti a ridurre le condizioni di rischio alle quali svariati soggetti sono sottoposti, sia che questo rischio sia dovuto a dissesti che ad eventi alluvionali.

Si è voluto ricordare come l'Italia, a differenza di altre nazioni europee, è posizionata in un territorio ricco di Pericoli di tipo franoso a causa delle sue caratteristiche geologiche e anche, essendo densamente popolata, molto Esposta a tali pericoli. Si può perciò dire che l'Italia è un paese ad elevato rischio idrogeologico dal punto di vista del dissesto idrogeologico, oltre che avere una densa rete di corsi d'acqua, i cui effetti insistono però principalmente sulla pianura padana. Questo concetto è ben riassunto in Figura 36.

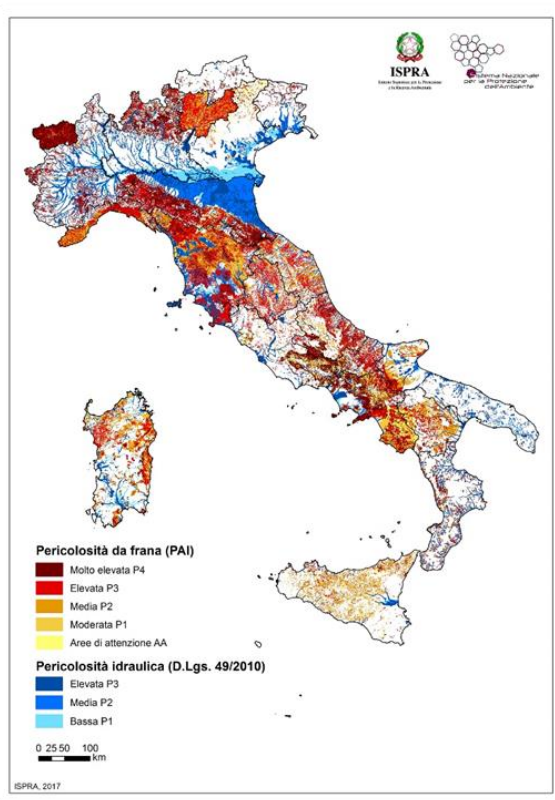


Figura 36 Dissesto idrogeologico in Italia (Fonte: ISPRA, 2018)

Il focus specifico di quanto esposto dalla presentazione è stata la mitigazione del rischio frana, ricordando come nel nostro paese le frane censite siano 620.808, interessanti un'area di 23.700 km², pari al 7,9% del territorio nazionale (fonte: Inventario dei Fenomeni Franosi - progetto IFFI).

Le tipologie del fenomeno "frana" sono molteplici ed ognuna prevede lo sviluppo di sistemi dedicati a monitorare correttamente il dissesto, generato dalla coalescenza di diversi fattori, quali la qualità della

roccia/terra soggetta a degradamento atmosferico, l'acclività e quindi la forza di gravità alla quale è sottoposta la massa di terreno, nonché l'acqua, generante pressioni che aiutano la mobilitazione della massa stessa.

È di fondamentale importanza, specie nel caso di eventi franosi di una certa ampiezza, installare una vera e propria "rete" di monitoraggio in loco, che permetta di misurare i diversi parametri che intercorrono alla movimentazione di terreno/roccia naturale definita frana. La Figura 37 riassume le varie strategie di Mitigazione del Rischio Idrogeologico, che prevedono anche, appunto, l'installazione di reti di monitoraggio e sistemi di allertamento dedicati definiti Early Warning Systems.



Figura 37 Schema delle misure strutturali e non strutturali per la mitigazione del rischio da frana (Fonte: ISPRA)

Siap+Micros negli ultimi anni ha concentrato i suoi sforzi nello sviluppo di sistemi integrati di monitoraggio per le tipologie di frane che più di tutte hanno un impatto sulla popolazione; le colate detritiche e le frane di scorrimento.

I sistemi proposti al mercato da Siap+Micros sono frutto di progetti innovativi ad alto valore tecnologico e rappresentano il bagaglio di esperienza di Siap+Micros e dei suoi partner nell'ambito del monitoraggio dei fenomeni franosi.

I casi studio che Siap+Micros ha voluto portare come esempio di proprie realizzazioni comprendono il monitoraggio e l'allarme dei Torrenti Gadria e Rochefort per le colate detritiche (debris flow) e RFI Brennero per quanto riguarda le frane a scorrimento rotazionale.

I primi sono torrenti alpini con alle spalle una grossa sorgente di sedimento, che li alimenta dal punto di vista del materiale solido da mobilitare, oltre ad essere caratterizzati da elevata acclività e quindi ad elevata energia erosiva dell'acqua; oltretutto sono torrenti che si trovano in ambiente montano sottoposto a piovosità elevate. La seconda tipologia di caso studio interessa una grossa infrastruttura ferroviaria, di importanza nazionale, posizionata di fronte ad un movimento franoso lento ma profondo e di grandi dimensioni.

Per monitorare i torrenti Rochefort e Gadria è stato implementato il sistema denominato ALMOND-F, nato da una collaborazione tra Siap+Micros e CNR IRPI per applicazioni specifiche di monitoraggio idrogeologico. ALMOND-F è in grado di generare allarmi per la protezione di persone, strade, case e opere civili da flussi detritici incanalati (debris e mud flows) ed effettuare il monitoraggio multi-parametrico di corsi d'acqua a scopo di studio e di raccolta di dati storici (record dati idrologico).

I principali vantaggi del sistema di allerta ALMOND-F, comparato con i sistemi di allerta per colate detritiche basati su piezometri, cavi a strappo e pluviometri sono:

- l'utilizzo di sensori passivi sismici (geofoni), comunemente utilizzati nelle prospezioni geofisiche che non necessitano di alimentazione. Questo permette di posizionare i sensori a distanze dell'ordine delle centinaia

di metri dalle infrastrutture monitorate e in posizioni prive di alimentazione elettrica e/o con condizioni di scarso irraggiamento. Si veda la Figura 38 che mostra l'ampiezza del segnale sismico acquisito;

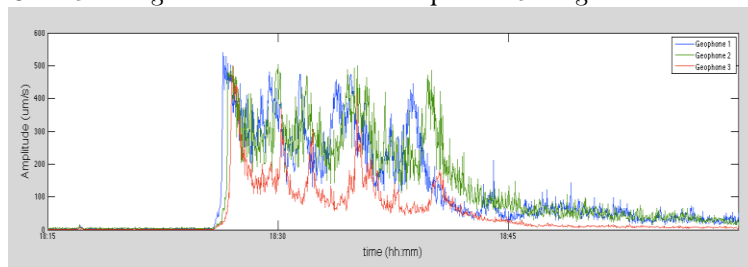


Figura 38 Segnale proveniente da n.3 geofoni, installati lungo l'asta torrentizia

- la capacità di identificare l'arrivo del fronte della colata detritica prima del suo arrivo alla quota di installazione dei sensori. Le vibrazioni del terreno, indotte dal movimento del flusso detritico verso valle, vengono rilevate dai geofoni e processate dal sistema, permettendo l'identificazione della colata;
 - permettere l'identificazione degli eventi di debris-flow anche quando il flusso devia dall'asse principale di deflusso a causa di ostacoli come detriti o caratteristiche erosionali. I sistemi tradizionali sono staticamente legati alla morfologia del sistema torrentizio dove sono installati;
 - i geofoni vengono installati direttamente nel terreno, senza il bisogno di costruire strutture di supporto e di sospensione. Questo permette un'installazione facile e sicura, non essendoci rischio di collasso delle strutture di supporto;
 - il sistema viene installato ad una certa distanza da argini di torrenti, a vantaggio della protezione degli strumenti di monitoraggio. Il sistema ALMOND-F è adattabile alle condizioni sito-specifiche grazie alla possibilità di variare l'amplificazione del segnale proveniente dai geofoni;
 - grazie alla sua versatilità può essere installato vicino all'area sorgente del flusso (normalmente in posizioni di difficile accesso), permettendo la segnalazione di pericolo con svariate decine di secondi di anticipo rispetto ad altri sistemi di monitoraggio;
 - permette di acquisire ed analizzare una quantità di dati molto più grande rispetto ad altri sistemi di monitoraggio, dimostrando un'elevata scalabilità;
 - oltre ai dati provenienti dai geofoni, il sistema ALMOND-F è predisposto per acquisire dati idrometrici, pluviometrici e di altri sensori (anche di terze parti), ed è configurabile per l'installazione di una webcam.
- A partire dal 2013, il sistema ALMOND-F ha sostenuto test severi che ci hanno permesso di verificare l'affidabilità e la qualità dei dati e degli allarmi generati in corrispondenza di eventi di colata detritica lungo il Torrente Gadria. L'esperienza acquisita ha permesso successivamente di installare il sistema ALMOND-F a partire da fine 2017 presso il Torrente Rochefort (Courmayeur), a protezione della strada che attraversa la Val Ferret, nota meta turistica ai piedi del Monte Bianco. Nell'installazione presso Courmayeur il sistema controlla un sistema semaforico di interruzione del traffico in caso di colata.
- La Figura 39 mostra la centralina di acquisizione, elaborazione e generazione degli allarmi del sistema ALMOND-F installata presso Val Ferret, Courmayeur, Valle d'Aosta.



Figura 39 Centralina del sistema ALMOND-F nei pressi del T. Rochefort in Val Ferret

Per quanto riguarda gli eventi franosi a movimento più lento, che essendo meno improvvisi possono sembrare meno pericolosi, si è scelta la frana che tutt'ora interessa la stazione ferroviaria del Brennero (BZ), Trentino-Alto Adige.

La criticità geologica (Figura 40) è caratterizzata dalle notevoli dimensioni (superficie di circa 6-8 ettari, volume 1,5-2 milioni di metri cubi) della frana e consiste in un lento movimento roto-traslatorio di materiale detritico sciolto sul sottostante substrato di calcescisti, per mezzo di una superficie di scorrimento principale posta mediamente a 40-50 metri di profondità e di superfici secondarie meno profonde.

Negli anni '70, con lo scopo di aggiungere due binari allo svincolo ferroviario del Brennero, RFI ha realizzato uno sbancamento con scalzamento al piede del deposito detritico soggetto a franamento.

Per mettere in sicurezza il versante RFI ha scelto come soluzione la costruzione di un muro di sostegno in controripa (Figura 40) che ha subito negli anni ammodernamenti, ricostruzioni e implementazioni, che hanno previsto la realizzazione di una serie di tiranti inclinati e pretensionati vincolati alla roccia sana.

In corrispondenza del muro di sostegno e della stazione ferroviaria RFI del Brennero, Siap+Micros ha realizzato due linee di acquisizione e monitoraggio, costituite da inclinometri, piezometri, estensimetri e celle di carico.

Il meccanismo di allarme prevede logiche articolate per l'invio di messaggi SMS e l'attivazione di semafori ferroviari. Il sistema permette, ogni 30 secondi, il confronto dello stato attuale degli strumenti monitorati con le soglie di allarme impostate dai geologi di RFI, in modo da poter effettuare una serie di controlli incrociati fra gli strumenti installati e generare l'eventuale allarme.



Figura 40 Collage rappresentante il movimento franoso e il muro di sostegno presso il Brennero

Entrambe le tipologie di frana rappresentano un elevato rischio idrogeologico, per le quali Siap+Micros ha progettato, installato e mantenuto sistemi di monitoraggio e allarme.

Siap+Micros ha recentemente terminato l'installazione di un nuovo sistema di allarme di colata in provincia di Belluno, continuando così la sua tradizione e affrontando una nuova sfida tecnologico-ingegneristica nel complesso ed interessante campo applicativo delle tecnologie di monitoraggio frana.

Bibliografia:

Triglia A., Iadanza C., Bussetini M., Lastoria B., (ISPRA), 2018 (287/2018). Dissesto idrogeologico on Italia: pericolosità e indicatori del rischio. ISPRA.

Progetto IFFI (Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia).

Uso dei dati idrologici per applicazioni e previsioni idrometeorologiche
Barbara Tomassetti, Valentina Colaiuda, Annalina Lombardi, Frank S. Marzano
**CETEMPS Centro di Eccellenza Università dell'Aquila*

Introduzione

L'interesse per la previsione e prevenzione dei pericoli naturali legati ad eventi idro-meteorologici è cresciuto, negli ultimi anni, a causa della maggiore frequenza di eventi severi. La definizione dell'intensità dei fenomeni meteorologici avversi e la loro evoluzione nel tempo permettono di valutare quali saranno le criticità sul territorio, per questo motivo, la previsione di eventi in termini di corretta localizzazione delle aree a rischio da un punto di vista idrologico e idrogeologico, diventa necessaria per un buon sistema di prevenzione. Il Centro di Eccellenza CETEMPS (<http://cetemps.aquila.infn.it/>) svolge diverse attività di ricerca su queste tematiche e, in particolare, ha creato un proprio modello idrologico a parametri distribuiti (CHyM, Cetemps HYdrological Model), costantemente sviluppato dal Gruppo di Modellistica Idrologica, per la previsione di eventi alluvionali e dissesto idrogeologico. Grazie ad una decennale collaborazione con il Centro Funzionale ed allo sviluppo di una sempre più accurata modalità di previsione numerica idrologica con il modello CHyM, sono stati calibrati, validati e perfezionati una serie di indici di stress *user-oriented*, utili in fase previsionale. Questo stesso modello idrologico ha poi trovato applicazioni in diversi altri ambiti che spaziano dalla climatologia, all'acquacoltura, allo studio dei sistemi ecologici fluviali. Il fattore comune è rappresentato dall'utilizzo dei dati idrologici/meteorologici, messi a disposizione dall'Istituto Idrografico e Mareografico della Regione Abruzzo, utilizzati sia in fase di calibrazione, che per la previsione stessa.

Il Modello Idrologico CHyM

CHyM (Cetemps HYdrological Model) è un modello idrologico a parametri distribuiti, basato su griglia spaziale regolare. Include il calcolo esplicito dei diversi processi fisici che contribuiscono al ciclo idrologico. Il modello è stato implementato dal gruppo di modellistica idrologica del CETEMPS a partire dal 2002 (Tomassetti, B. et al., 2005; Coppola, E. et al., 2007; Verdecchia, M. et al., 2008, Verdecchia, M. et al., 2009). CHyM risulta essere particolarmente versatile e adatto a simulare il ciclo idrologico su di un qualsivoglia bacino, in quanto è in grado di ricostruire la rete drenante superficiale a partire dalla matrice di topografia (Digital Elevation Model), con una risoluzione orizzontale arbitraria a partire da quella della matrice DEM. La rete drenante viene ricostruita in modo indipendente all'interno del modello, utilizzando il principio di minima energia, ove si pone che lo scorrimento superficiale avvenga, in via preferenziale, secondo il massimo gradiente di pendenza. Per il calcolo delle variabili dinamiche, il modello CHyM necessita di avere in input i campi di pioggia, temperatura e, eventualmente, copertura nevosa. La caratteristica peculiare di questo modello, che lo rende particolarmente adatto per scopi di *nowcasting*, è la possibilità di acquisire, anche contemporaneamente, dati eterogenei di pioggia e temperatura dell'aria da più fonti, prescindendo dalla loro distribuzione e risoluzione spaziale. L'acquisizione avviene secondo un sistema prefissato di priorità, valutabili in base alla qualità del dato alla fonte. Le misure o stime vengono interpolate spazialmente sulla griglia del modello attraverso la tecnica degli automi cellulari (Wolfram, S. 2002). Il modello CHyM utilizza i dati pregressi di pioggia e temperatura dell'aria per la sua inizializzazione, con un tempo di *spin-up* che dipende dalle dimensioni del bacino di interesse. Allo stato attuale, i dati in input sono costituiti da misure dirette da pluviometro, stime di pioggia da RADAR e piattaforme satellitari, nonché campi di pioggia simulati da vari modelli meteorologici, i quali costituiscono anche l'input per la fase previsionale.

Gli indici di stress e la catena previsionale operativa del CETEMPS

Nell'ambito della convenzione con il Centro Funzionale sono stati sviluppati due indici di stress idrologico *user-oriented*: il BDD, un indice adatto alla previsione dei *fluvial flood*, ed il CAI, che risponde in maniera più diretta ai fenomeni di *pluvial flood*. I due indici sono in grado di evidenziare quali sono i possibili rami della rete idrografica sottoposti a maggiore stress idrologico (Figura 41).

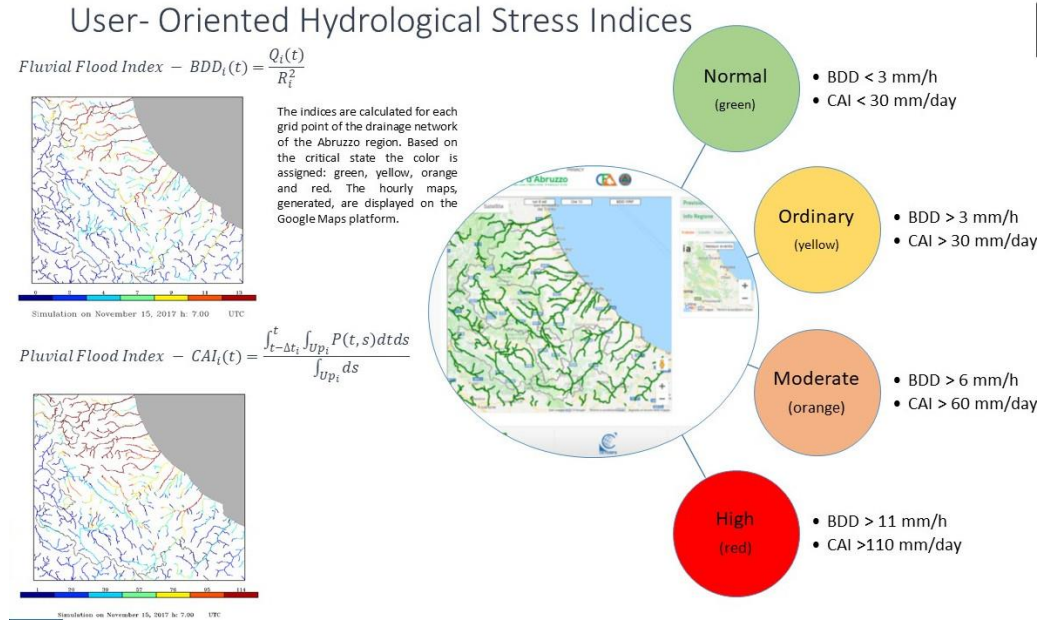


Figura 41: Indici di stress User-Oriented CAI e BDD.

Il CAI (*Cetemps Alarm Index*), espresso in mm/giorno, individua il rapporto tra la pioggia drenata totale e l'area totale del bacino a monte del punto di griglia considerato. L'indice è calcolato tramite la seguente equazione:

$$CAI = \frac{\int_{t-\Delta t_i}^t \int_{Up_i} P(t,s) dt ds}{\int_{Up_i} ds}$$

dove $P(t,s)$ è la pioggia disponibile per il *runoff*. Nell'integrale, Δt assume un valore diverso per ogni punto-griglia, determinato dal valore medio del tempo di *runoff* del bacino a monte; l'integrale in ds è calcolato considerando l'intero bacino a monte del punto-griglia su cui avviene il calcolo (Up). L'indice CAI è risultato essere efficace per eventi di *flash flood* ed *urban-flood*, in quanto in grado di individuare gli eventi rapidi che caratterizzano maggiormente i piccoli bacini. Le soglie di stress del CAI sono individuate empiricamente in modo da corrispondere qualitativamente ai livelli di criticità idrometrici su cui viene basato il sistema di allertamento di protezione civile di cui assumono lo stesso codice-colore. In particolare, stress moderato si ha per valori compresi tra 60 e 110 mm/giorno mentre criticità elevata per valori superiori a 110 mm/giorno, valide per ogni punto di griglia.

Il BDD (*Best Discharge-based Drainage alarm index*), espresso in mm/h, è legato al valore di portata calcolato dal modello. Può essere definito come il rapporto tra la portata simulata ed il quadrato del raggio idraulico, R , dove R è calcolato come funzione lineare del bacino a monte del punto di griglia considerato.

L'equazione per il calcolo del BDD è la seguente:

$$BDD_{ij}(t) = \frac{Q_{ij}(t)}{R_{ij}^2}$$

dove Q_i è la portata calcolata nel punto di griglia e R_i è il raggio idraulico. Il BDD è un indice adatto a prevedere lo stress collegato ad alluvioni maggiormente riguardanti le aste fluviali principali, in caso di eventi moderati/intensi e protratti nel tempo. Le soglie di stress per il BDD, definite empiricamente e con

lo stesso significato qualitativo dell'indice CAI, sono: moderata, per valori compresi tra 6 e 11 mm/h ed elevata per valori superiori a 11 mm/h, valide per ogni punto di griglia.

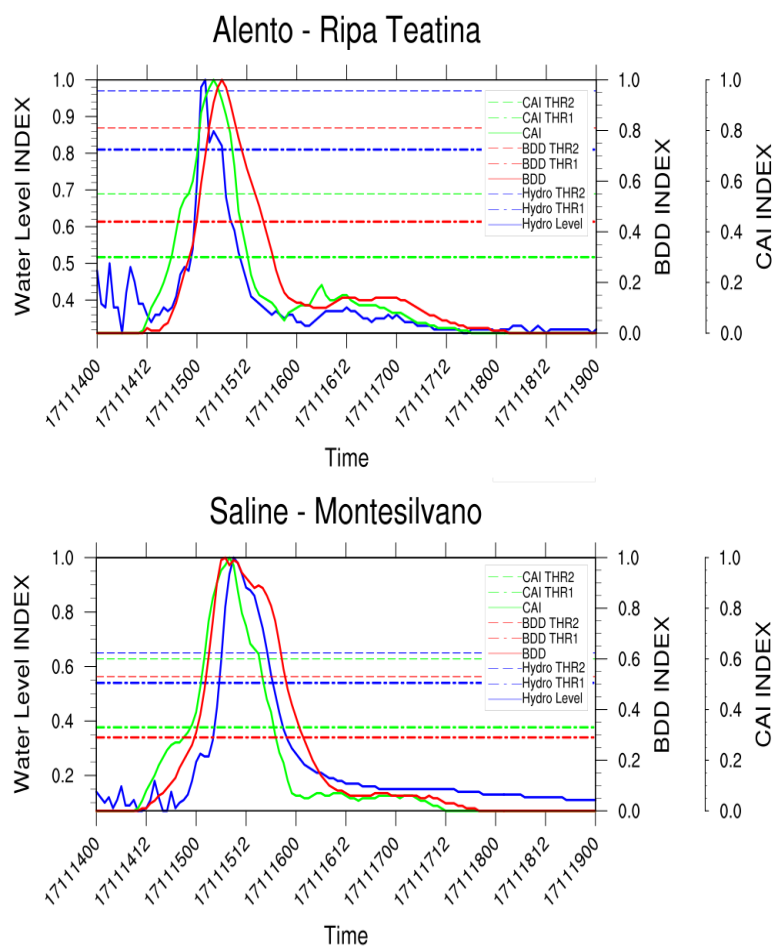


Figura 42 Serie temporali dei valori normalizzati del livello idrometrico (colore blu), dell'indice CAI (colore verde) e del BDD (colore rosso) con le loro rispettive soglie di stress, in corrispondenza delle centraline posizionate lungo l'Alento a Ripa Teatina ed il Saline a Montesilvano, dal 14 al 19 novembre 2017.

le loro rispettive soglie di stress, in corrispondenza delle centraline posizionate lungo il Saline a Montesilvano e l'Alento a Ripa Teatina, per il periodo 14-19 novembre 2017.

In Figura 43 è rappresentato lo schema della catena previsionale operativa del CETEMPS a supporto del sistema di pre-allertamento per l'Early Warning System nella Regione Abruzzo (Ferretti R, et al., 2019). Il modello CHyM viene usato in modalità operativa su tutto il territorio regionale ed è in grado di monitorare tutti i bacini fluviali presenti nella regione Abruzzo attraverso la visualizzazione di una mappa degli indici come in Figura 41. Il dominio ha una risoluzione spaziale orizzontale di 270 m e fornisce una previsione con passo temporale orario.

La metodologia utilizzata per la validazione degli indici ha previsto una lunga e laboriosa fase iniziale dedicata al reperimento di dati ufficiali (Rapporti di evento emessi dai Centri Funzionali Regionali, Protezione Civile Nazionale, COPERNICUS, Emergency Management Service; POLARIS - IRPI - CNR) e non ufficiali (Articoli di giornali e fonti reperite su Youtube, YouReport etc.) di evento. Un'analisi più quantitativa e oggettiva è stata invece realizzata comparando le serie temporali di livello idrometrico fornite della Rete Fiduciale in telemisura della Regione Abruzzo con gli indici di stress. Per le nostre analisi vengono utilizzati i dati provenienti da 45 idrometri dislocati sui principali bacini abruzzesi. Attraverso questi dati osservati è possibile validare la tempestività («timing») del grado di stress idrologico forniti dal modello CHyM rispetto ai corrispondenti superamenti delle soglie di criticità stabilite dal Centro Funzionale, su base oraria. In Figura 42, a titolo di esempio, sono riportati i grafici delle curve normalizzate del livello idrometrico (in blu), dell'indice CAI (in verde) e del BDD (in rosso) con

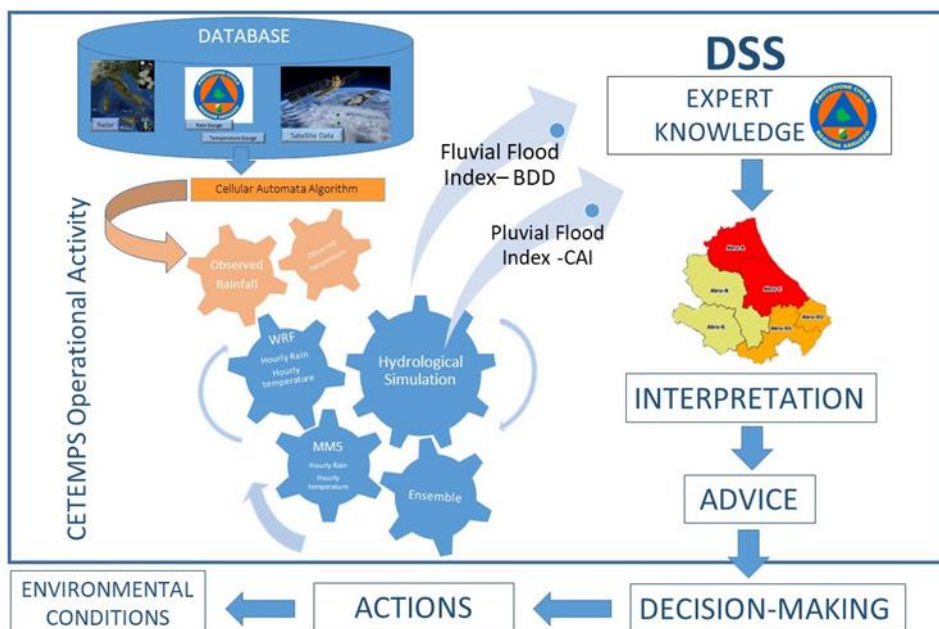


Figura 43 Schema della catena previsionale operativa del CETEMPS per l'Early Warning System nella Regione Abruzzo.

La previsione operativa, schematizzata in Figura 44, è organizzata in quattro fasi:

- 1) Pre-elaborazione delle variabili meteorologiche osservate (per il tempo di *spin-up* pari a 5 giorni), precipitazioni (cumulata oraria) da rete pluviometrica; temperatura oraria dell'aria a 2 m dalla rete termometrica; livello medio orario del mare alla stazione del porto di Pescara; stime di precipitazione da radar (SRI) del mosaico nazionale.
- 2) Pre-elaborazione delle variabili meteorologiche previste (campi di precipitazione oraria e temperatura a 2 m forniti dal modello WRF ad alta risoluzione, implementato dal gruppo di Modellistica Meteorologica del CETEMPS);
- 3) Simulazione operativa idrologica;
- 4) Rappresentazione grafica della produzione idrologica.

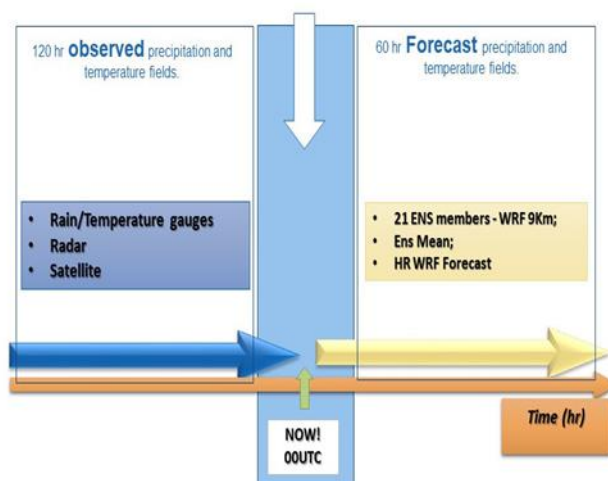


Figura 44 Schema della catena operativa per la previsione idrologica.

L'output principale di questa catena operativa (<http://cetemps.aquila.infn.it/chim/abruzzo>) è una mappa in falsi colori: un esempio dettagliato della mappa di previsione del BDD per l'evento del 14-15 novembre 2017 è riportato in Figura 45 dove, ad ogni punto del reticolo idrografico della regione, è associato un valore dell'indice di stress: il più alto calcolato nelle 24 ore. Ogni ramo di questa rete ha un colore che varia in base al valore dell'indice: i colori freddi individuano una situazione di non criticità mentre, i colori caldi, evidenziano condizioni di ordinaria, moderata ed alta criticità. Più il colore tende al rosso più la probabilità che il fiume possa esondare è alta. Mappe tipiche di questi indici sono riportate in

Figura 41. Le mappe di previsione oraria generate, per agevolarne l'interpretazione da parte degli esperti del campo, vengono, inoltre, visualizzate sulla piattaforma Google Maps© (Figura 41).

Altre applicazioni

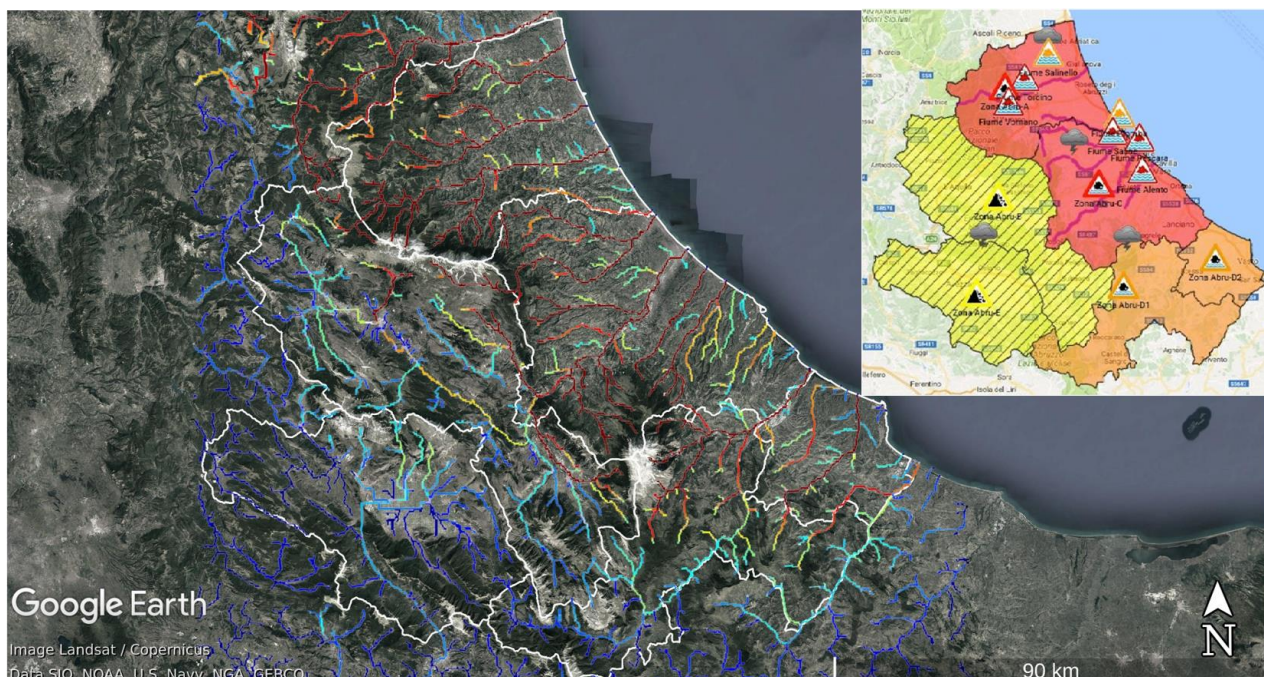


Figura 45 Mappa di stress idrologico BDD prevista per la giornata del 15-16 novembre 2017, importata su piattaforma Google Earth©. In alto a destra è riportata la mappa di criticità emessa dal Centro Funzionale della Regione Abruzzo per la giornata del 14 novembre 2017.

Le applicazioni degli studi idrometeorologici di cui si occupa il gruppo di Modellistica Idrologica del CETEMPS sono molteplici e si collocano in ambiti multidisciplinari che hanno, quale fattore comune, l'utilizzo dei dati osservati della Rete Fiduciale in telemisura della Regione Abruzzo sia per quanto riguarda l'inizializzazione dei modelli, che per la loro calibrazione. Si spazia dalla climatologia finalizzata allo studio delle variazioni della frequenza di eventi estremi sui bacini abruzzesi fino ad arrivare alla previsione di qualità dell'aria attraverso l'utilizzo di tecniche sofisticate basate sulle teorie del *Machine Learning*. Di seguito un breve accenno alle diverse attività svolte.

Clima

Negli ultimi anni sono stati portati avanti studi di tipo climatico focalizzando l'attenzione sull'analisi delle variazioni di portata e di frequenza di eventi estremi sul bacino del fiume Aterno-Pescara, sulla base di scenari climatici IPCC. Il modello CHyM è stato calibrato su vari domini spaziali ed era stato precedentemente validato per applicazioni di tipo climatico nell'ambito del progetto europeo FP7 ACQWA (Coppola et al., 2014), che ha costituito una solida base per l'avvio di questo filone di ricerca. In particolare, in uno studio condotto in collaborazione con il gruppo di Modellistica Climatica, i dati storici pluviometrici e termometrici ottenuti nell'ambito della Convenzione CETEMPS-CFA sono stati utilizzati per avviare delle simulazioni climatiche. Più in dettaglio, il modello idrologico CHyM è stato impiegato per l'analisi di scenari idrologici futuri determinati dalle proiezioni climatiche fornite da 5 modelli regionali dell'esperimento EURO-CORDEX, forzati con le condizioni al contorno RCP 4.5 e 8.5. Le simulazioni sono state corrette a scala locale con i dati termo-pluviometrici rilevati sul bacino negli ultimi 15 anni, tramite la tecnica denominata *empirical quantile mapping*. I risultati ottenuti mostrano un effetto apprezzabile e lo scenario che prevede una maggiore riduzione delle portate ed un incremento negli eventi alluvionali è l'8.5.

Studio sulla vulnerabilità idrologica negli ambienti costieri.

Nell'ambito delle attività del progetto europeo AdriaMORE, finanziato dal programma INTERREG IT-HR, è stato sviluppato un indice di stress idrologico dedicato alle particolari condizioni di vulnerabilità a cui sono sottoposti gli ambienti costieri, per i quali si tiene conto, grazie all'accoppiamento con un modello d'onda, degli allagamenti indotti da fenomeni di ingressione marina, sempre più frequenti nel Mediterraneo. In particolare, è stato realizzato un nuovo modulo all'interno del modello idrologico CHyM, in grado di assimilare le altezze d'onda registrate dal sensore posto in prossimità del porto di Pescara ed utilizzare tale dato per valutare l'azione frenante dovuta ai fenomeni di ingressione marina, quando i venti spirano contro-costa e il livello medio del mare si innalza.

Frane

In base ad un rapporto stilato dall'ISPRA nel settembre 2018 (Trigila et. Al, 2018), il dissesto idrogeologico è un tema di particolare importanza poiché l'Italia è uno dei paesi europei maggiormente interessati da fenomeni franosi. Negli ultimi decenni, il numero degli eventi franosi è aumentato, divenendo la principale causa di ingenti perdite economiche e di vite umane (CRED, 2011). Le ragioni possono essere associate sia ai cambiamenti della società, e quindi ad un continuo processo di urbanizzazione in aree ad alta suscettibilità di pericoli naturali che ai cambiamenti climatici indotti dall'uomo che si traducono anche in un aumento ed intensificazione degli eventi idro-meteorologici severi. Durante l'ultimo anno di attività, nell'ambito della Convenzione CETEMPS-CFA, è stata effettuata un'analisi di fattibilità per lo sviluppo di un sistema sperimentale per la predizione del pericolo di frane superficiali. È stato calibrato e testato un nuovo indice, il LAI (*Landslides Activation Index*), evoluzione dell'indice CAI, per la previsione di eventi franosi superficiali e colate detritiche, in collaborazione con il Dott. Giancarlo Boscaino. Sono stati analizzati diversi eventi meteorologici intensi con caratteristiche dinamiche diverse e per ognuno di essi è stata studiata la risposta dell'indice sia a livello di punto griglia, sulle coordinate di frana, che a livello spaziale. È stata poi calibrata una soglia di attivazione del fenomeno franoso in grado di evidenziare le aree soggette a rischio ed i risultati sono georeferenziati attraverso una sovrapposizione delle mappe prodotte su Google-Earth®. I risultati ottenuti incoraggiano l'utilizzo del LAI per la previsione di questa tipologia di evento.

Acquacoltura

Gli estuari e le aree costiere in Europa sono siti di coltivazione e raccolta di molluschi bivalvi. Le acque delle zone costiere altamente popolate ricevono grandi quantità di acque reflue trattate e talvolta non trattate, su cui insistono scarichi di origine domestica o industriale. I fiumi possono essere le principali rotte di contaminazione batteriologica nelle aree costiere e, inoltre, le precipitazioni potrebbero aumentare il livello di agenti patogeni enterici provenienti da fonti distanti dalle acque costiere. Partendo dalla capitalizzazione di due progetti (CAPS2 e AdriaRadNet), finanziati nell'ambito del programma IPA-Adriatic CBC, nel progetto denominato CapRadNet sono stati analizzati numerosi casi di studio sui picchi di concentrazione di *E.coli* nei molluschi bivalvi provenienti da tre siti di acquacoltura installati nel Mare Adriatico centrale. L'occorrenza di concentrazioni oltre la soglia tossicologica stabilita per legge è stata correlata alle condizioni idro-meteorologiche del bacino del Pescara, in collaborazione con l'IZSAM - Istituto Zooprofilattico Sperimentale dell'Abruzzo e del Molise "G. Caporale". A partire da questa attività, si è studiata la possibilità di combinare previsioni idro-meteorologiche in quelle aree con dati sulla concentrazione batterica, al fine di valutare l'istituzione di un sistema di allarme rapido in grado di prevedere il rischio di contaminazione batteriologica nei molluschi bivalvi commestibili.

Qualità dell'aria

Il particolato atmosferico (PM) è uno degli inquinanti che possono avere un impatto significativo sulla salute dell'uomo. Partendo dai risultati di uno studio precedente (Biancofiore et al., 2017) sono state addestrate 5 reti neurali per la previsione delle concentrazioni di PM10 e PM2.5 sulle centraline di rilevamento ARTA posizionate all'interno del territorio comunale di Pescara. Le reti sono state addestrate su dati giornalieri osservati (4 anni) e validate su un diverso *dataset* osservato, per i successivi 3 anni. L'addestramento della rete è avvenuto utilizzando i dati meteorologici osservati in input, ed i risultati sono stati valutati sia in termini di statistica di correlazione tra serie temporale osservata e simulata, sia tramite matrici di contingenza per valutare un possibile utilizzo per fini previsionali degli eventi di concentrazione di PM10 sopra-soglia di legge ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ giornalieri).

Ringraziamenti

Gli autori ringraziamo il Centro di eccellenza Telesensing of Environment and Model Prediction of Severe events (CETEMPS) per la collaborazione e le risorse finanziarie e computazionali ed il Dott. Marco Verdecchia per la preziosa collaborazione scientifica.

Bibliografia

- Biancofiore F., Busilacchio M., Verdecchia M., Tomassetti B., Aruffo E., Bianco S., Di Tommaso S., Colangeli C., Rosatelli G., Di Carlo P., 2017. Recursive neural network model for analysis and forecast of PM10 and PM2.5. *Atmospheric Pollution Research* **8**, 652-659
- Coppola E., Tomassetti B., Mariotti L., Verdecchia M. and Visconti G., 2007. Cellular automata algorithms for drainage network extraction and rainfall data assimilation, *Hydrol. Sci. J.*, **52**(3), pp. 579-592.
- Coppola E., Verdecchia M., Giorgi F., Colaiuda V., Tomassetti B., Lombardi A. 2014. Changing hydrological conditions in the Po basin under global warming. *Sci. Total Environ.* **493**, pp.1183-1196.
- CRED, (2011). EM-DAT. In: The OFDA/CRED International Disaster Database, Universite Catholique de Louvain, Brussels, Belgium
- Ferretti R., Lombardi A., Tomassetti B., Sangelantoni L., Colaiuda V., Mazzarella V., Maiello I., Verdecchia M. and Redaelli G., 2019. Regional ensemble forecast for early warning system over small Apennine catchments on Central Italy, *Hydrological Earth System Sciences*, Discuss., <https://doi.org/10.5194/hess-2019-223>
- Tomassetti B., Coppola E., Verdecchia M. and Visconti G., 2005, Coupling a distributed grid based hydrological model and MM5 meteorological model for flooding alert mapping. *Adv Geosci*, **2**, pp. 59-63.
- Trigila A., Iadanza C., Bussetini M. e Lastoria B., 2018. Dissesto idrogeologico in Italia: pericolosità e indicatori di rischio. Edizione 2018, Rapp. N° 287, giugno 2018.
- Verdecchia M., Coppola E., Faccani C., Ferretti R., Memmo A., Montopoli M., Rivolta G., Paolucci T., Picciotti E., Santacasa A., Tomassetti B., Visconti G. and Marzano F. S., 2008. Flood forecast in complex orography coupling distributed hydrometeorological models and in-situ and remote sensing data. *Meteorol. Atmos. Phys.*, **101**, 267-285.
- Verdecchia M., Coppola E., Tomassetti B., Visconti G., 2009. Cetemps Hydrological Model (CHyM), a Distributed Grid-Based Model Assimilating Different Rainfall Data Sources. In: Sorooshian S., Hsu KL., Coppola E., Tomassetti B., Verdecchia M., Visconti G. (eds) *Hydrological Modelling and the Water Cycle*. Water Science and Technology Library, vol 63: 165-201. Springer, Berlin, Heidelberg
- Wolfram, S., 2002. A new kind of science. Wolfram Media, pag. 1197.

Utilizzo dei dati idrologici per la ricerca scientifica

Sergio Rusi - Dipartimento di Ingegneria e Geologia - Università "G. d'Annunzio" - Chieti

L'intervento ha riguardato l'utilità e l'uso dei dati idrologici e meteorologici dell'"Ufficio Idrografico" per le attività di ricerche e studi idrogeologici, con enfasi alle acque sotterranee, riguardanti il territorio della Regione Abruzzo ed in particolare eseguiti presso l'Università "G. d'Annunzio" di Chieti-Pescara. Esso non vuole essere esaustivo ma solo evidenziare, con alcuni esempi di pubblicazioni scientifiche su riviste specialistiche, che i dati storici registrati hanno un utilizzo diretto nelle pubblicazioni che a loro volta hanno una ricaduta sulla conoscenza dei fenomeni, sulla entità degli stessi, sulla loro gestione e, non ultimo, sull'applicazione della normativa dedicata.

L'attività di ricerca con dati idrometrici, freatimetrici, meteorologici si è dipanata attraverso lavori sulla idrogeologia e idrodinamica degli acquiferi, sugli effetti degli usi antropici delle acque sotterranee e superficiali, sulla gestione delle risorse idriche e, anche in relazione alla qualità delle acque, sulle analisi statistiche dei dati disponibili per la comprensione delle relazioni tra la ricarica meteorica e il deflusso sotterraneo.

Idrogeologia della Montagna del Morrone (Appennino abruzzese): dati preliminari. Conese M., Nanni T., Peila C., Rusi S., Salvati R. (2000). Memorie della Società Geologica Italiana. 56, 181-196.

Nel lavoro è stata eseguita un'analisi dei dati pluvio-termometrici ai fini della comprensione della idrodinamica delle sorgenti, della ricostruzione dei circuiti sotterranei con individuazione delle aree di ricarica, dei ritardi tra ingresso ed uscita dall'acquifero, della individuazione e quantificazione delle magre estive con valutazioni ai fini gestionali.

Idrogeologia del massiccio carbonatico della Majella (Abruzzo). Nanni T., Rusi S. (2003): Bollettino della Società Geologica Italiana. 122 (2), 173-202.

Il lavoro contiene, tra l'altro, una analisi dei dati pluvio-termometrici e nivometrici ai fini della comprensione dell'idrodinamica dell'acquifero. In particolare, è stata analizzata per la prima volta sull'Appennino, il ruolo della ricarica nivale che ha consentito, insieme alle valutazioni pluvio termometriche, di valutare e distinguere le risorse e le riserve idriche sotterranee dell'acquifero. In particolare è stata evidenziata la presenza di tre tipologie di circolazione (Figura 46): A) Presenza di circuiti carsici a circolazione veloce, sovrapposti a sistemi di fratturazione a circolazione più lenta, a causa dei quali le acque sorgive mostrano raffreddamento e diluizione direttamente connessi al periodo di scioglimento delle nevi, con ritardi di circa 15 giorni tra ingresso ed uscita dall'acquifero, e lenta ripresa delle portate della concentrazione e della temperatura durante estate e autunno; B) circuiti che determinano condizioni di elevata stabilità dei parametri chimico fisici e idrodinamici delle sorgenti, dovuti alla grande estensione del bacino di alimentazione in cui si verifica una veloce circolazione nella zona insatura e un cosiddetto "trasferimento di pressione" alle sorgenti, che mostrano variazioni di portata ma non di parametri chimico-fisici; C) Circuiti che determinano sia oscillazioni di portata che delle caratteristiche chimico-fisiche con cicli stagionali cui si sovrappongono circuiti veloci e più superficiali a frequenza giornaliera.

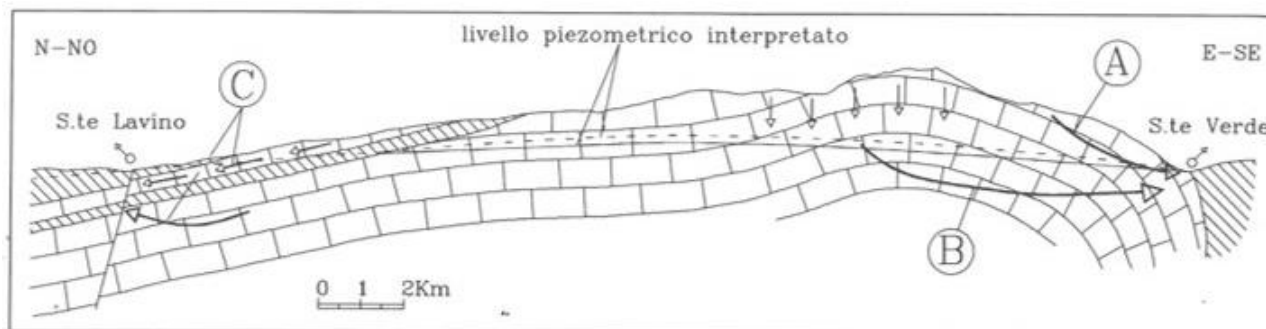


Fig. 26 - Schema della ricarica e della circolazione sotterranea nell'idrostruttura della Majella. A) circolazione attiva caratteristica delle emergenze meridionali; B) circolazione per trasferimento di pressione caratteristica delle emergenze centro-settentrionali; C) sovrapposizione di circuiti profondi e superficiali alimentanti la sorgente Lavino.
- Hydrogeological scheme of recharge and groundwater circulation in the Majella hydrostructure. A) shallow circulation characteristic of the southern springs; B) circulation by transfer of pressure characteristic of the central-northern springs; C) superimposition of deep and shallow circuits that feed the Lavino spring.

Figura 46 Schema della ricarica e della circolazione sotterranea dell'idrostruttura della Majella.
Da Bollettino della Società Geologica Italiana 122, 2003

La pianura del fiume Vomano (Abruzzo): idrogeologia, antropizzazione e suoi effetti sul depauperamento della falda. Desiderio G., Nanni T., Rusi S. (2003). Bollettino della Società Geologica Italiana 122 (3), 421-434.

Sono stati presentati i risultati delle ricerche idrogeologiche sulla pianura del fiume Vomano, condotte con l'intento di evidenziare le relazioni tra variazioni della morfologia fluviale, prodotta negli ultimi decenni dall'attività antropica e le condizioni di alimentazione dell'acquifero di subalveo.

L'analisi è stata eseguita confrontando l'attuale assetto idrogeologico della pianura con quello desunto da lavori bibliografici. Relativamente a questi ultimi sono state analizzate anche le condizioni della morfologia fluviale e confrontate con l'attuale assetto morfologico del fiume Vomano. Lo studio idrogeologico della pianura alluvionale è stato finalizzato alla ricostruzione della geometria dei depositi e della piezometria e all'analisi del chimismo e delle condizioni di alimentazione e circolazione delle acque nell'acquifero di subalveo. I risultati delle ricerche hanno evidenziato che la pianura del Vomano è caratterizzata, ad eccezione della zona prossima alla costa, da un acquifero monostrato alimentato principalmente dalle acque fluviali e dalle acque sotterranee dei subalvei degli affluenti. Modesta risulta infatti la ricarica ad opera delle piogge i cui valori sono stati desunti dagli annali del Servizio Idrografico. L'alimentazione meteorica si ha soprattutto nella parte alta della pianura dove affiorano i corpi ghiaioso-sabbiosi. Nel lavoro è stato evidenziato come la recente minore ricarica dell'acquifero di subalveo sia dovuta alla modifica della morfologia fluviale che ha interrotto la continuità idraulica tra depositi alluvionali e acque fluviali e non da una diminuita alimentazione meteorica peraltro non emersa dall'analisi dei dati pluviometrici delle stazioni meteo di Bellante e Roseto.

The hydrogeological conceptualisation and well fields management of the Vomano Valley (Abruzzo, central Italy) using groundwater numerical modelling. Rusi S., Tatangelo F., Crestaz E. (2004). Geologia Tecnica e ambientale, 4/2004, 5-22.

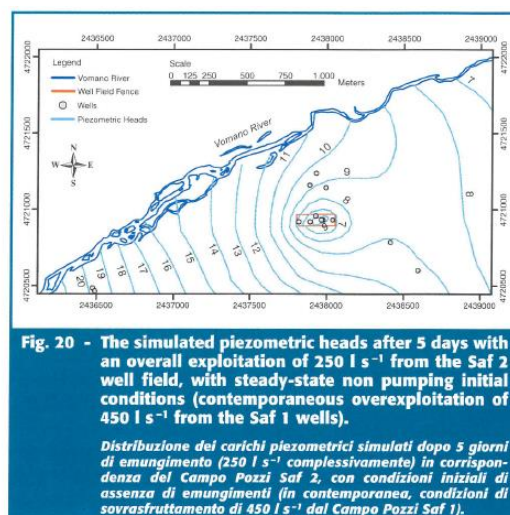
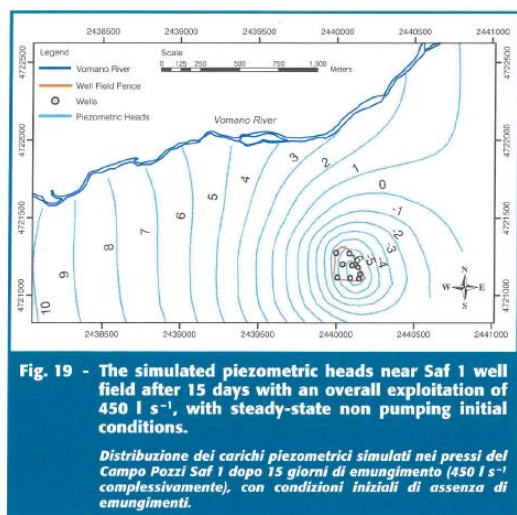


Figura 47 Distribuzione dei carichi piezometrici simulati dopo 5 e 15 giorni di emungimento con condizioni iniziali di assenza di emungimento. Da *Geologia Tecnica e Ambientale*, 4/2004

Nel lavoro è stato trattato il comportamento dell'acquifero della zona orientale della Valle del Vomano sito a poca distanza dalla linea di costa del Mar Adriatico e la gestione dei regimi di pompaggio dei campi pozzi per uso idropotabile ivi presenti, attraverso l'uso di tecniche di modellazione numerica. È stato sviluppato un modello numerico alle differenze finite di simulazione del flusso delle acque sotterranee integrato con un GIS. Il modello, realizzato con l'indispensabile contributo dei dati di input meteorologico desunto dai dati del Servizio Idrografico, è risultato un valido strumento di analisi quantitativa del sistema idrogeologico. Infatti, evidenziando il ruolo fondamentale del Fiume Vomano come corpo di ricarica dell'acquifero e le caratteristiche idrogeologiche del principale paleoalveo presente nell'area, è stato possibile ricostruire la circolazione idrica sotterranea, analizzare le componenti fondamentali del bilancio idrogeologico locale, tracciare le linee di flusso e definire i campi di velocità. Il modello, calibrato sia in stato stazionario che transitorio, è risultato una base di riferimento essenziale per l'ottimizzazione dei regimi di pompaggio dei campi pozzi esistenti, per la definizione di scenari di emungimento alternativi e meteo-dipendenti (Figura 47) e per la definizione delle aree di salvaguardia.

Idrogeologia e monitoraggio delle sorgenti carsiche del Tavo (massiccio carbonatico del Gran Sasso) e loro implicazioni nella gestione dell'emergenza torbidità Ferracuti L., Marinelli G., Rusi S. (2006). *Giornale di Geologia Applicata*, 3, 47-52.

Nella pubblicazione sono state analizzate l'idrogeologia e l'idrodinamica dei circuiti carsici responsabili delle piene e della torbidità delle sorgenti del Tavo (Massiccio carbonatico del Gran Sasso), composte dalle emergenze captate di Mortaio d'Angri e Vitella d'Oro, e la loro dipendenza dalla ricarica meteorica. Sono stati monitorati, per 14 mesi, la portata e i parametri chimico-fisici delle acque del fiume e delle sorgenti, e sono stati analizzati i dati orari di portata e di torbidità dal 1978 al 2003 ed i corrispondenti periodi di precipitazioni. Le due captazioni, alimentate da un unico acquifero, ricevono anche il contributo di alcuni circuiti carsici, responsabili delle piene che seguono le piogge più intense. Lo studio, grazie all'analisi dei rapporti tra precipitazioni e portata, tra portata e torbidità, tra precipitazioni e torbidità, ha consentito di stabilire che le torbidità più intense si verificano nella sorgente Vitella d'Oro all'inizio dell'autunno, quando la prima piena, dovuta alla ripresa delle precipitazioni dopo l'estate, "ripulisce" i circuiti carsici in cui si accumulano i sedimenti argillosi.

Multidisciplinary approach in the hydrogeologic and hydrogeochemical analysis of the Sangro alluvial valley (central Italy). Desiderio G., Rusi S. & Tatangelo F. (2007). *Geologia Tecnica e Ambientale*. 3-4 2007, 35-57.

Nel lavoro è stato evidenziato come l'approccio multidisciplinare, che coinvolge anche l'analisi idrologica e meteorologica, alle problematiche idrogeologiche complesse di un acquifero alluvionale, risulta di fondamentale importanza per la caratterizzazione del sistema naturale e l'applicazione di strumenti finalizzati alla tutela e alla gestione delle acque sotterranee e superficiali. La definizione del modello concettuale e la valutazione delle incertezze legate ai parametri e alle condizioni di base rappresentano elementi essenziali per l'applicazione dei modelli matematici di flusso e trasporto. Gli studi condotti sulla valle alluvionale del fiume Sangro hanno permesso di definire la geometria, l'assetto idrodinamico e le condizioni di alimentazione dell'acquifero. Il modello numerico agli elementi finiti in condizioni densità-dipendenti, supportato da uno specifico geodatabase idrologico (con dati freaticometrici e pluviometrici esclusivamente provenienti dal Servizio Idrografico), implementato con una piattaforma GIS, ha permesso di definire anche i rapporti acqua dolce-acqua salata nella zona costiera.

Impact of the April 6, 2009 L'Aquila earthquake on groundwater flow in the Gran Sasso carbonate aquifer, Central Italy. Amoruso A., Crescentini L., Petitta M., Rusi S., Tallini M. (2011). *Hydrological Processes*, 25, 1754-1764.

Nel lavoro sono stati analizzati gli effetti del terremoto 2009 dell'Aquila sull'acquifero del Gran Sasso. In esso, grazie alla contemporanea analisi dei dati sorgivi, sia di grandi sorgenti basali che di sorgenti minori alimentate da acquiferi sospesi, durante e dopo l'evento sismico e dei dati pluviometrici nell'area di ricarica dell'acquifero (Figura 48), è stato possibile discernere il contributo dovuto alla ricarica meteorica da quello dovuto alle modifiche indotte alla circolazione sotterranea dal terremoto.

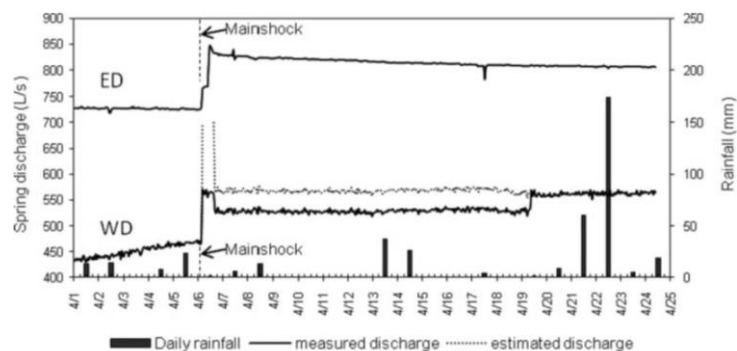


Figure 3. April 2009 hydrograph for groundwater drainage of the highway tunnels tapped for drinking use (WD and ED in Figure 1). WD, west drainage; ED, east drainage. The total WD discharge has been computed translating the recorded values of 7–19 April period, which are affected by an instrument malfunctioning (estimated discharge)

Figura 48 Idrogramma delle captazioni dal traforo del Gran Sasso relative all'Aprile 2009. Da *Hydrological Processes* 25, 2011

Water-table and discharge changes associated with the 2016–2017 seismic sequence in central Italy: hydrogeological data and a conceptual model for fractured carbonate aquifers. Petitta M., Mastrorillo L., Preziosi E., Banzato F., Barberio MD, Billi A., Cambi C., De Luca G., Di Carlo G., Di Curzio D., Di Salvo C., Nanni T., Palpacelli S., Rusi S., Saroli M., Tallini M, Tazioli A., Valigi D., Vivalda P., Dogliani C. (2018). *Hydrogeology Journal*, 26, 1009-1026.

Anche gli effetti dei terremoti 2016 e 2017 sulle acque sotterranee sono stati studiati consultando i dati del servizio idrografico della Regione Abruzzo. In particolare, sono state osservate variazioni dell'altezza idrometrica, e dunque della portata, dei fiumi Aterno (stazione idrografica di Molina) e Tirino (stazione idrografica di Bussi). Le variazioni, oltre a stabilire la correlazione tra evento sismico e portata fluviale, in questo caso connessa ai contributi sotterranei ai due fiumi, ha consentito, insieme ai dati registrati in sorgenti e corsi d'acqua in Umbria, Marche e Lazio, di individuare una relazione tra "distanza epicentrale" e "percentuale di variazione della portata" (Figura 49).

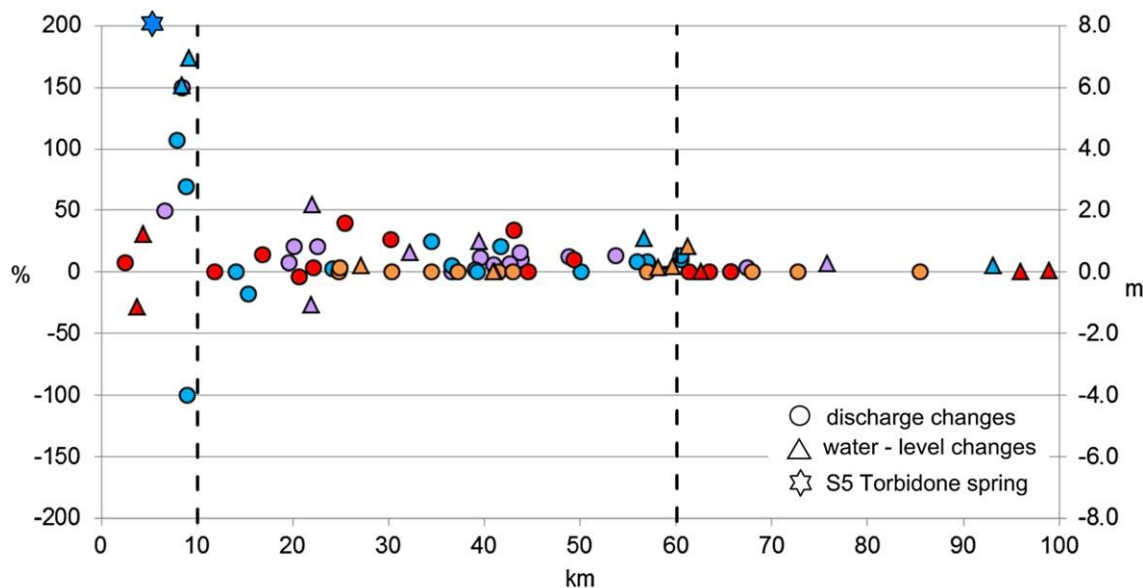


Fig. 8 Epicentral distance (horizontal axis) vs the discharge changes, expressed as a percentage of the pre-event period mean discharge (left vertical axis) and the water level changes (right vertical axis). Torbidone spring (S5), whose ratio to the pre-event discharge would be infinite (as the spring was dry prior to the earthquake) is marked by an asterisk at 200%. The four main events are represented by different colors: August 24th 2016 event is in purple, October 26th 2016 in red, October 30th 2016 in cyan and January 18th 2017 in orange. The vertical dashed lines show the changes in the near-affected area (<10 km from epicenters) and in a larger-affected area (up to 60 km from epicenters)

Figura 49: Correlazione tra distanza dall'epicentro (asse orizzontale in km) e variazione dell'altezza idrometrica normalizzata. Da *Hydrogeology Journal*, 26, 2018

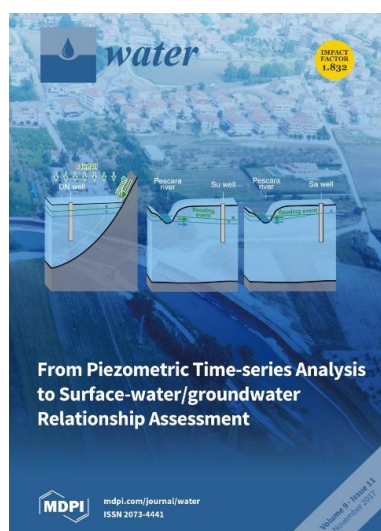


Figura 50 Copertina "Water", Volume 9, Novembre 2017

Statistical and Fractal Approaches on Long Time-Series to Surface-Water/Groundwater Relationship Assessment: A Central Italy Alluvial Plain Case Study. Chiaudani A., Di Curzio D., Palmucci W., Pasculli A., Polemio M., Rusi S. (2017) *Water*, 9, 850.

Nel lavoro, che ha avuto il riconoscimento di lavoro copertina (Figura 50) dell'11° volume del 2017 della rivista, sono stati analizzati esclusivamente dati freaticometrici, pluviometrici e idrometrici del Servizio Idrografico. In esso sono stati analizzati, al netto delle operazioni di tipo antropico, le relazioni esistenti tra la ricarica meteorica e i livelli piezometrici e tra i livelli idrometrici del fiume Pescara e quelli dell'adiacente falda alluvionale. Le relazioni ottenute tramite analisi statistiche di auto correlazione, cross-correlazione e analisi spettrale hanno consentito di distinguere i diversi tipi e le diverse modalità di alimentazione della falda da parte ora dalle precipitazioni meteoriche, ora dal deflusso superficiale dai versanti, ora dal fiume.

Long-term trend and fluctuations of karst spring discharge in a Mediterranean area (central-southern Italy). Fiorillo F., Petitta M., Preziosi E., Rusi S., Esposito L., Tallini M. (2015) *Environmental Earth Sciences*, 74/1, 153-172

La pubblicazione ha riguardato le variazioni di portata su lungo termine (decine di anni) di grandi sorgenti appenniniche dell'Italia centro-meridionale. In particolare, sono state analizzate, tra le altre, le portate della sorgente Verde di Fara San Martino (registrate alla stazione idrografica Verde a Viscardi) e le precipitazioni registrate in stazioni pluviometriche ricadenti nell'acquifero. Le relazioni ottenute sia per la sorgente Verde che per le altre analizzate (in Lazio e in Campania) hanno evidenziato il collegamento tra le portate, le precipitazioni e l'indice climatico denominato NAO (North Atlantic Oscillation), dimostrando in tal modo il controllo climatico globale e non solo locale sulla alimentazione degli acquiferi (Figura 51).

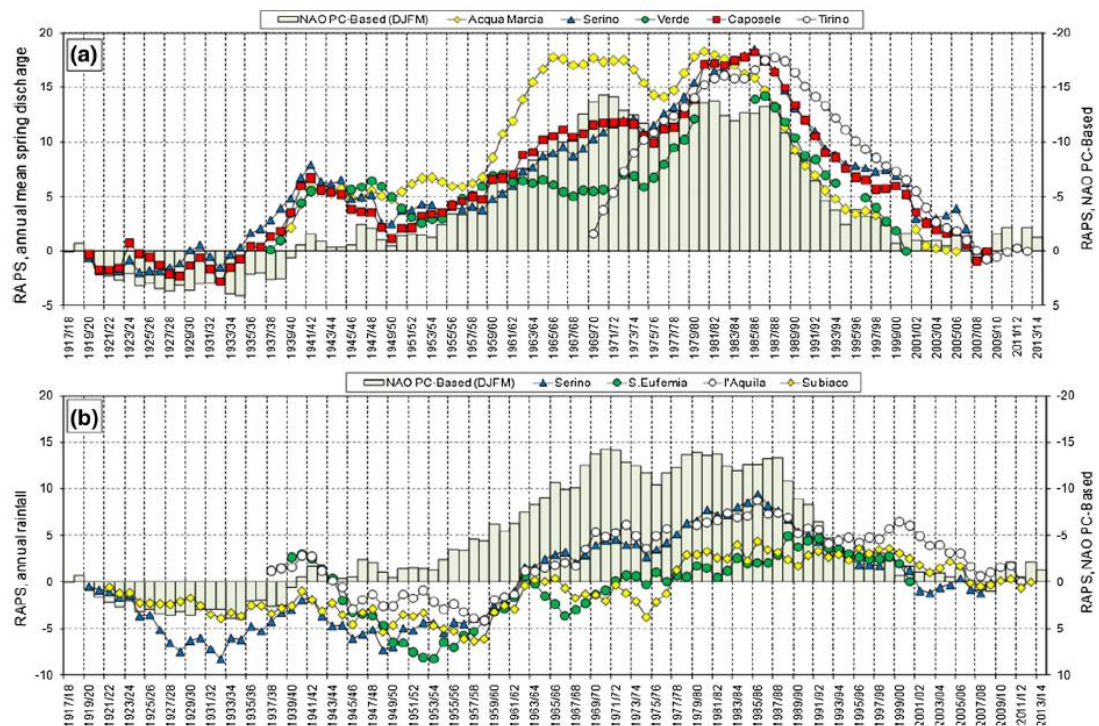


Fig. 11 Rescaled adjust partial sums (RAPS). a Annual mean (from November to October) spring discharge and annual index of NAO (PC-based, December–March); b annual rainfall (from September to August) and annual index of NAO (PC-based, December–March)

Figura 51 Correlazioni tra a) portate e indice NAO (North Atlantic Oscillation) normalizzati; b) precipitazioni annuali e indice NAO normalizzati. Da *Environmental Earth Sciences*, 74/1, 2015.

Riferimenti bibliografici

- Amoruso A., Crescentini L., Petitta M., Rusi S., Tallini M. (2011): *Impact of the April 6, 2009 L'aquila earthquake on groundwater flow in the Gran Sasso carbonate aquifer, Central Italy*. *Hydrological Processes*, 25, 1754-1764. Doi: 10.1002/hyp.7933
- Chiaudani A., Di Curzio D., Palmucci W., Pasculli A., Polemio M. and Rusi S. (2017) *Statistical and Fractal Approaches on Long Time-Series to Surface-Water/Groundwater Relationship Assessment: A Central Italy Alluvial Plain Case Study*. *Water*, 9, 850, doi 10.3390/w9110850
- Conese M., Nanni T., Peila C., Rusi S., Salvati R. (2000): *Idrogeologia della Montagna del Morrone (Appennino abruzzese): dati preliminari*. - *Mem. Soc. Geol.* 56, 181-196.
- Desiderio G., Nanni T., Rusi S. (2003): *La pianura del fiume Vomano (Abruzzo): idrogeologia, antropizzazione e suoi effetti sul depauperamento della falda*. *Boll. Soc. Geol. It.* 122 (3), 421-434.
- Desiderio G., Rusi S. & Tatangelo F. (2007): *multidisciplinary approach in the hydrogeologic and hydrogeochemical analysis of the Sangro alluvial valley (central Italy)*. *Geologia Tecnica e Ambientale*, 3-4 2007, 35-57.
- Ferracuti L., Marinelli G. & Rusi S. (2006): *idrogeologia e monitoraggio delle sorgenti carsiche del Tavo (massiccio carbonatico del Gran Sasso) e loro implicazioni nella gestione dell'emergenza torbidità*. *Giornale di Geologia Applicata*, 3, 47-52. Doi: 10.1474/GGA.2006-03.0-06.0099

- Fiorillo F., Petitta M., Preziosi E., Rusi S., Esposito L., Tallini M. (2015): *Long-term trend and fluctuations of karst spring discharge in a Mediterranean area (central-southern Italy)*. Environ. Earth. Sci., 74/1, 153-172, Doi 10.1007/s12665-014-3946-6
- Nanni T., Rusi S. (2003): *Idrogeologia del massiccio carbonatico della Majella (Abruzzo)*. Boll. Soc. Geol. It. 122 (2), 173-202.
- Petitta M., Mastroiillo L., Preziosi E., Banzato F., Barberio MD, Billi A., Cambi C., De Luca G., Di Carlo G., Di Curzio D., Di Salvo C., Nanni T., Palpacelli S., Rusi S., Saroli M., Tallini M, Tazioli A., Valigi D., Vivalda P., Doglioni C. (2018) *Water-table and discharge changes associated with the 2016–2017 seismic sequence in central Italy: hydrogeological data and a conceptual model for fractured carbonate aquifers*. Hydrogeology Journal, 26, 1009-1026, doi 10.1007/s10040-017-1717-7
- Rusi S., Tatangelo F. & Crestaz E. (2004): *The hydrogeological conceptualisation and well fields management of the Vomano Valley (Abruzzo, central Italy) using groundwater numerical modelling*. Geologia Tecnica e ambientale, 4/2004, 5-22.

Utilizzo dei dati idrologici nella pianificazione territoriale e nella progettazione degli interventi di difesa idraulica

Enrico Frank - *Beta Studio s.r.l.*

Premessa

Il presente intervento illustra alcuni esempi di utilizzo di dati idrologici nella pianificazione e progettazione delle opere idrauliche nel territorio italiano, ed in particolare:

- il Piano Stralcio Difesa dalle Alluvioni (PSDA) della Regione Abruzzo;
- il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA) del distretto idrografico delle Alpi Orientali;
- la progettazione della cassa di espansione sul torrente Timonchio a Caldogno (VI).

PSDA Regione Abruzzo

Il PSDA (Piano Stralcio Difesa dalle Alluvioni) è stato predisposto dall' Autorità dei Bacini di Rilievo Regionale dell'Abruzzo (prima adozione 24/12/2004). Il PSDA costituisce uno strumento finalizzato alla delimitazione delle aree di pertinenza fluviale, funzionale a consentire, attraverso la programmazione di azioni (opere, vincoli e direttive) il conseguimento di un assetto fisico del corso d'acqua compatibile con la sicurezza idraulica, l'uso della risorsa idrica, l'uso del suolo (a fini insediativi, agricoli, industriali) e la salvaguardia delle componenti naturali e ambientali.

I dati pluviometrici utilizzati nel PSDA hanno incluso dati di pioggia giornaliera di 137 stazioni con numerosità del campione tra 6 e 76 anni, di queste 119 stazioni con più di 30 anni di dati, nonché dati di pioggia oraria di 103 stazioni, con numerosità del campione tra 1 e 60 anni di dati, di queste 45 stazioni con più di 30 anni di dati.

I dati idrometrici utilizzati hanno compreso i dati di portata media giornaliera massima annua di 37 stazioni (con 2 e 67 anni di dati) di cui 16 stazioni con più di 30 anni di dati e dati di portata massima al colmo annua di 36 stazioni, con 1 e 60 anni di dati, di cui 14 stazioni con più di 30 anni di dati.

L'elaborazione di tali dati è stata condotta utilizzando la metodologia della grandezza indice, così come formulato nell'ambito del Progetto VAPI (VALutazione PIene). Tale progetto, promosso dal C.N.R. - Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche (G.N.D.C.I.), ha avuto l'obiettivo di definire una metodologia di analisi degli eventi idrometeorologici intensi omogenea per l'intero territorio nazionale, così da rendere possibile una più oggettiva comparazione del rischio idrologico relativo a zone

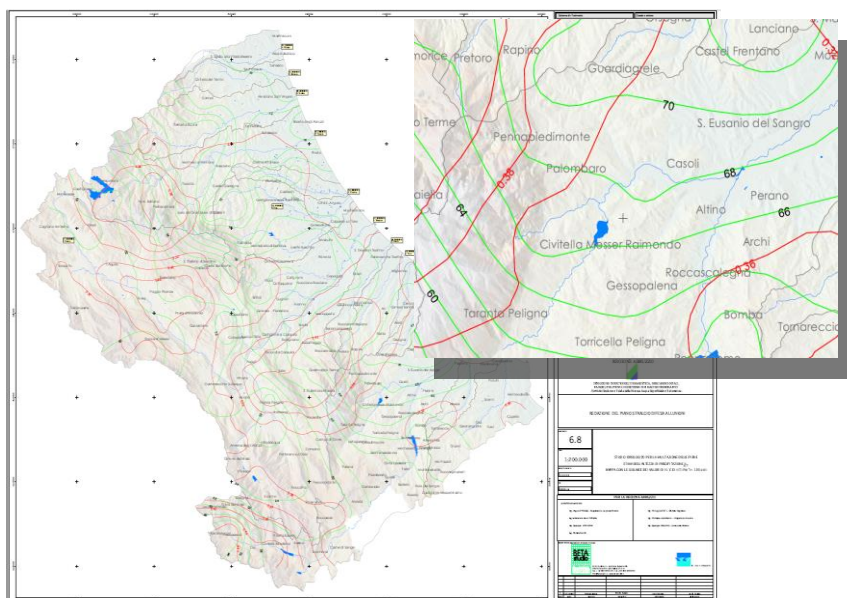


Figura 52 Mappe delle isolinee dei valori di $n(Tr)$ (in rosso) e $h1$ (in verde) prodotte nell'ambito del PSDA

diverse [Brath e Franchini, 1998; C.N.R.-G.N.D.C.I., anni vari].

In sintesi, i risultati prodotti mediante le elaborazioni idrologiche sono costituiti dagli idrogrammi di piena in 80 sezioni di studio per $Tr=20, 50, 100, 200$ e 500 anni, nonché da mappe dei valori di h_1 e n con cui ricavare i parametri delle curve di possibilità pluviometrica con le quali è possibile determinare la pioggia di durata compresa tra 1 e 24 ore, per $Tr=20, 50, 100, 200$ e 500 anni in un qualunque punto del territorio della Regione Abruzzo (Figura 52).

PGRA Distretto Idrografico Alpi Orientali

Nell'ambito del PGRA del distretto idrografico delle Alpi Orientali è stato implementato un modello afflussi-deflussi di tipo geomorfologico (distribuito nella descrizione dei processi ma concentrato nei parametri). Le ipotesi adottate, per semplificare le procedure e i tempi di calcolo nel rispetto della validità dei risultati sono le seguenti:

- il tempo di ritorno dell'idrogramma è riferito all'evento meteorico (ovvero al volume di precipitazione caduto in un determinato intervallo temporale). Non viene quindi considerata la probabilità composta di molteplici variabili, quali la temperatura, lo spessore del manto nevoso, il grado di imbibizione del terreno, le condizioni di sicurezza dei corpi arginali esistenti al verificarsi dell'evento meteorico;
- il modello idrologico viene utilizzato ad evento e non in modo continuo;
- le condizioni iniziali delle variabili che entrano in gioco nella definizione della precipitazione efficace sono determinate mediante taratura con riferimento all'evento storico di riferimento (più gravoso). Questo approccio permette di tenere conto dei fenomeni di scioglimento nivale.

Lo studio idrologico ha permesso di determinare gli idrogrammi da utilizzare nel modello idraulico, per la definizione delle aree allagabili; tali idrogrammi sono caratterizzati da:

- 8 tempi di ritorno (10, 20, 30, 50, 70, 100, 200, 300 anni).
- 6 forme dello ietogramma (M01 - uniforme, M02 - monotono crescente, M03 - monotono decrescente, M04 - doppio colmo, M05 - triangolare isoscele, M06 - come risultato di un processo moltiplicativo binomiale casuale);
- 39 diverse durate dell'evento di pioggia da 6 a 120 ore (con risoluzione trioraria);

In definitiva, per ognuna delle sezioni del corso d'acqua, sono stati determinati 1872 idrogrammi per ognuna delle sezioni dei corsi d'acqua considerate.

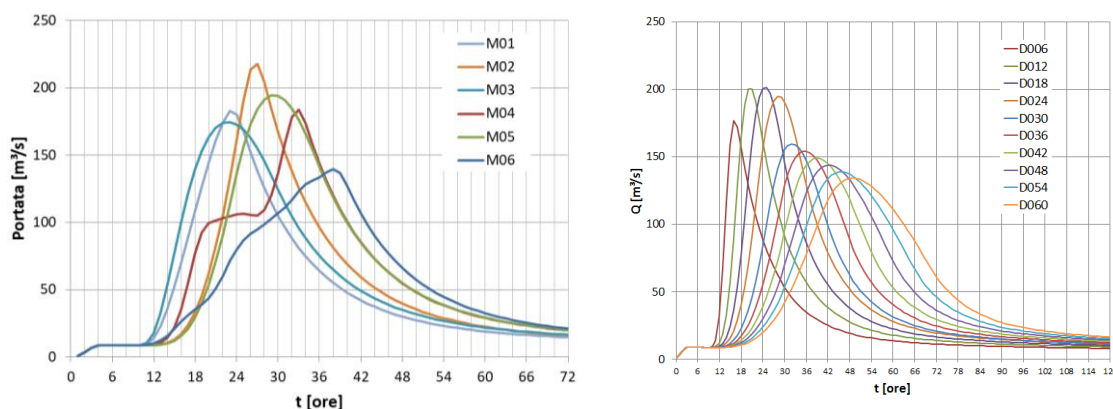


Figura 53 Esempio di idrogrammi prodotti nell'ambito del PGRA del Distretto Idrografico delle Alpi Orientali caratterizzati da stesso tempo di ritorno e durata ma diversa forma dello ietogramma di pioggia (a sinistra) e stesso T_r e durata forma dello ietogramma ma da diversa durata (a destra)

Progetto della cassa di espansione sul torrente timonchio

In esito agli eventi alluvionali del novembre 2010, la Regione del Veneto ha redatto il “*Piano delle azioni e degli interventi di mitigazione del rischio idraulico e geologico*” che prevede interventi strutturali per l'importo complessivo di circa 2.7 miliardi di euro per la mitigazione del rischio idraulico e geologico nei bacini dell'Alpone, del Brenta-Bacchiglione-Gorzone e del bacino scolante nella laguna di Venezia. Su tale spinta è stato dato nuovo impulso alla prosecuzione della progettazione esistente (Progetto Preliminare, *Regione del Veneto & BETA Studio, 2003*) per la realizzazione della cassa di espansione nel Comune di Caldogeno che costituisce, per effetto ed impegno economico, l'intervento più significativo di una serie di interventi per la messa in sicurezza idraulica dell'area metropolitana di Vicenza. Tale intervento rappresenta il primo del genere dal 1929, anno di realizzazione dell'unico altro bacino presente nei sistemi idrografici regionali, quello di Montebello (VI) sul torrente Agno-Guà.

Il bacino idrografico del torrente Timonchio alla sezione dell'opera in progetto - una cassa d'espansione in derivazione di volume pari a 3.8 milioni di metri cubi di invaso su una superficie di 110 ettari - ha una superficie di circa 200 chilometri quadrati mentre quello a Vicenza risulta pari a 404 chilometri quadrati, dopo aver ricevuto gli apporti provenienti dai torrenti Igna, Orolo e Astichello.

La progettazione delle opere è stata preceduta da approfonditi studi e indagini (tra cui quelle idrologiche-idrauliche) che hanno permesso di individuare la soluzione di progetto ottimale tra diverse

alternative analizzate, frutto di un percorso partecipato che ha coinvolto i diversi portatori di interesse.

In particolare, l'obiettivo strategico della progettazione è stata la realizzazione di un'opera capace di rispondere in modo flessibile alle possibili future variazioni delle condizioni al contorno quali la realizzazione di altre opere per la sicurezza idraulica del territorio o mutamenti del regime idrologico ed idraulico del corso d'acqua.

Lo studio idrologico e idraulico (si veda schema di figura 54), invece di basarsi su un numero limitato di eventi (in particolare era richiesta la verifica con la piena del 1° novembre 2010) ha verificato il comportamento dell'opera anche rispetto ad una serie di idrogrammi sintetici, a scala oraria, della durata di 1000 anni ricavati per mezzo di un modello afflussi-deflussi a partire da 1000 anni di mappe di precipitazione a celle di 500 metri e risoluzione oraria, elaborate dall'Università di Padova per conto dell'Autorità di Bacino (Zanetti *et al.*, 2007). Tali mappe riproducono la struttura spazio-temporale delle precipitazioni, tenendo conto delle complesse caratteristiche orografiche dell'ambito territoriale di interesse. I campi spazio-temporali generati rispettano le statistiche delle serie di dati misurati nei pluviometri presenti nell'area di studio e riproducono i valori degli eventi estremi verificatesi nel periodo di osservazione.

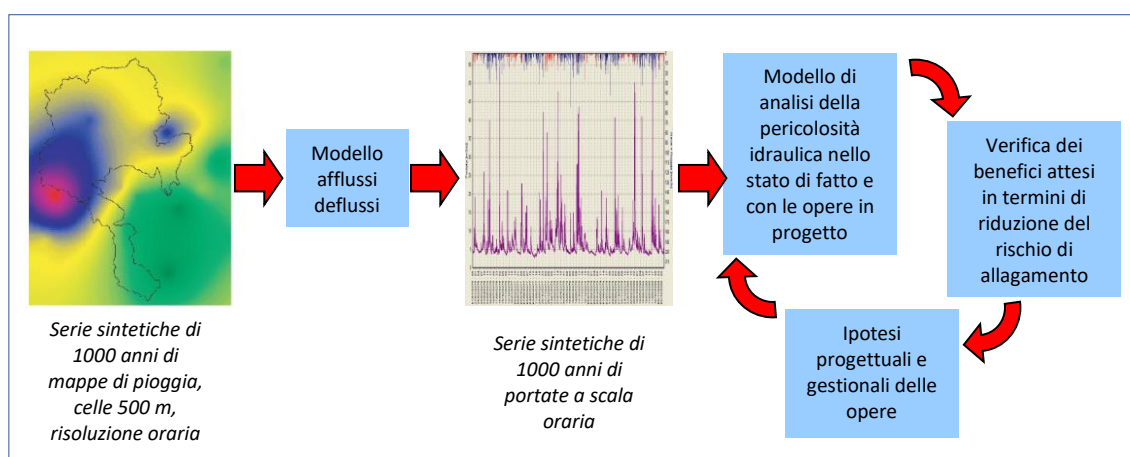


Figura 54 Schema dello studio idrologico-idraulico per la progettazione e verifica della cassa di espansione.

Il modello idrologico utilizzato è un modello di tipo continuo (sviluppato dal dipartimento TeSAF dell'Università degli Studi di Padova) si compone di diversi moduli tra cui calcolo dell'evapotraspirazione potenziale, accumulo e scioglimento nivale, afflussi-deflussi e propagazione in alveo. Il modello è stato calibrato e tarato confrontando i dati di portata simulati con quelli registrati alla stazione di Torrebelvicino (T. Leogra) e di Ponte degli Angeli a Vicenza (Bacchiglione) (Figura 55, b).

Tramite la procedura implementata è stato quindi possibile studiare il comportamento della cassa e la sua influenza sulla sicurezza idraulica di Vicenza in modo statistico, verificandone i benefici anche in funzione di diverse modalità di gestione delle opere idrauliche. Questo è stato fondamentale poiché tra la cassa di espansione e l'area più critica da proteggere (la città di Vicenza) il corso d'acqua riceve gli apporti di altri tre affluenti con un bacino di estensione complessiva paragonabile a quello chiuso alla cassa. È stato quindi fondamentale, per un corretto dimensionamento dell'opera, poter valutare l'efficacia della cassa con riferimento a scenari meteorici caratterizzati da diverse distribuzioni spaziali dei campi di precipitazione.

Per la verifica della propagazione delle onde di piena e del funzionamento della cassa è stato implementato un modello idraulico mono-bidimensionale (InfoWorks RS) dell'asta dalla cassa a Vicenza per una lunghezza complessiva di 4 chilometri circa (Figura 55, c).

Per poter rispondere in futuro al possibile mutare delle condizioni di utilizzo e per massimizzare l'efficacia della cassa, l'opera di presa è stata progettata dotandola di paratoie di regolazione la cui movimentazione può avvenire anche da remoto o in automatico.

Per consentire la gestione consapevole dell'opera in corso di evento, il progetto delle opere strutturali è stato integrato con il progetto di un sistema in tempo reale di monitoraggio delle condizioni meteorologiche e idrauliche dei corsi d'acqua e di previsione di piena. Le regole di gestione potrebbero, infatti, essere modificate in futuro anche in base all'aumento dell'affidabilità delle previsioni e dell'esperienza maturata.

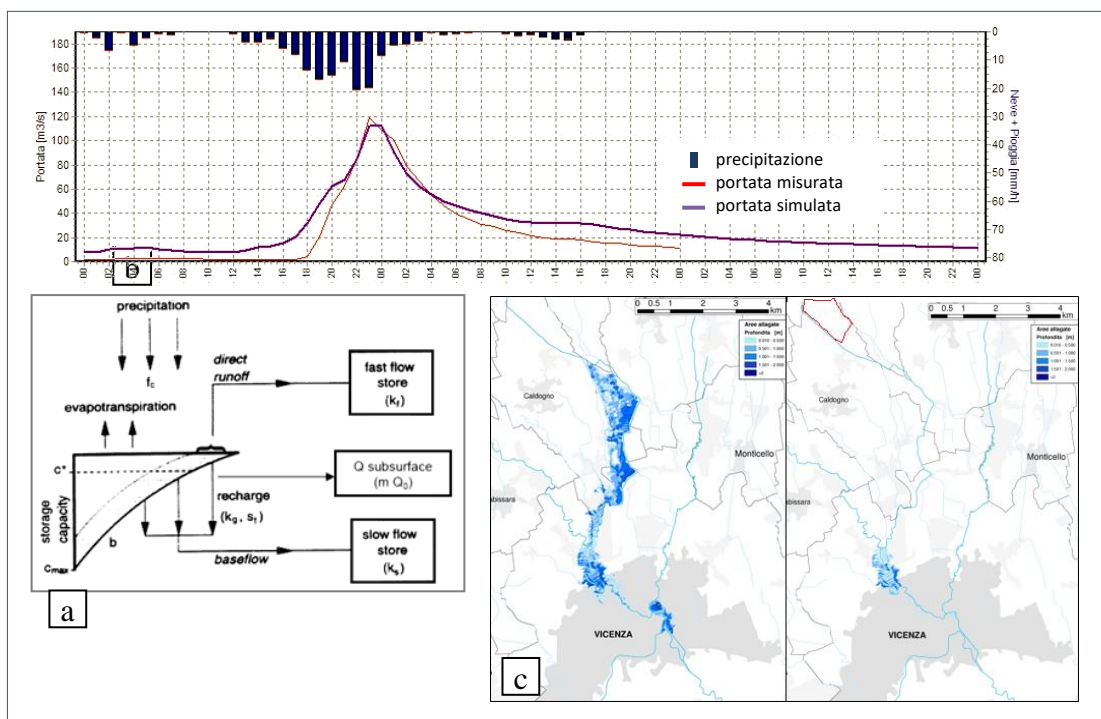


Figura 55 Studio idrologico-idraulico del Bacchiglione chiuso a Vicenza. Nel pannello (a) è schematizzato il funzionamento del modello idrologico PDM impiegato, il pannello (b) mostra per un evento di taratura il confronto tra la curva di piena misurata (in rosso) e quella modellata (in viola), il pannello (c) confronta sulla base dei risultati del modello idraulico bidimensionale per l'evento del 1° novembre 2010 gli allagamenti effettivamente accorsi (a sinistra) con quelli che si sarebbero avuti con la cassa di laminazione in funzione (a destra).

Conclusioni

Sono state illustrate finalità e metodologie differenti di utilizzo dei dati idrologici in fase di pianificazione e progettazione di opere di protezione idraulica.

In tutti i casi i dati idrologici costituiscono l'informazione di base imprescindibile su cui basare una qualsiasi azione di pianificazione o progettazione di interventi di difesa idraulica.

Mentre le misure di precipitazione sono in genere sufficienti (per risoluzione spaziale, temporale e durata delle serie) per le finalità di programmazione e progettazione spesso c'è invece una carenza di misure idrometriche ed in particolare la disponibilità di scale delle portate affidabili ed aggiornate.

I moderni modelli idrologici e idraulici sono sempre più sofisticati e richiedono quindi dati di base altrettanto sofisticati e completi tra cui:

- mappe di umidità del suolo;
- mappe di copertura nevosa;
- mappe di allagamento post-evento (osservazioni in campo e con droni);
- misure di portata.

Riferimenti bibliografici

Brath A., Franchini M., Galeati G. *“Valutazione delle piogge intense nell'Italia Centrosettentrionale”*, L'Acqua, n° 4, 1998

C.N.R. - G.N.D.C.I. - Rapporti annuali dell'attività svolta dalle Unità Operative della Linea 1 *“Previsione e prevenzione degli eventi idrologici estremi”*, Roma, 1987,1988, 1989, 1990-1991, 1992

Regione Del Veneto - Segreteria Regionale all'Ambiente e Lavori Pubblici - Direzione Difesa del Suolo e Protezione Civile & BETA Studio srl. *“Progetto preliminare e studio di compatibilità ambientale degli interventi necessari per la sistemazione idraulica dell'area metropolitana di Vicenza”*, 2003

Rinaldo A., Putti M., Passadore G. *“Modello matematico per la stima degli impatti sugli assetti piezometrici nei sistemi acquiferi interessati dalla realizzazione della cassa di espansione di Caldogno (Vicenza), Relazione finale.”* Università degli Studi di Padova - Centro interdipartimentale di Ricerca Centro Internazionale di Idrologia “Dino Tonini”, 2011

Zanetti S., Nicotina L., Settin T., Botter G., Rinaldo A. & Marani M. *“Modello stocastico di precipitazione per il Bacino del fiume Bacchiglione”*. Università degli Studi di Padova - Dipartimento IMAGE, 2007

Opere di laminazione delle Piene del Fiume Pescara
Di Biase Vittorio - Regione Abruzzo - Servizio del Genio Civile di Pescara
Coccatto Massimo - BETA Studio Srl

Introduzione

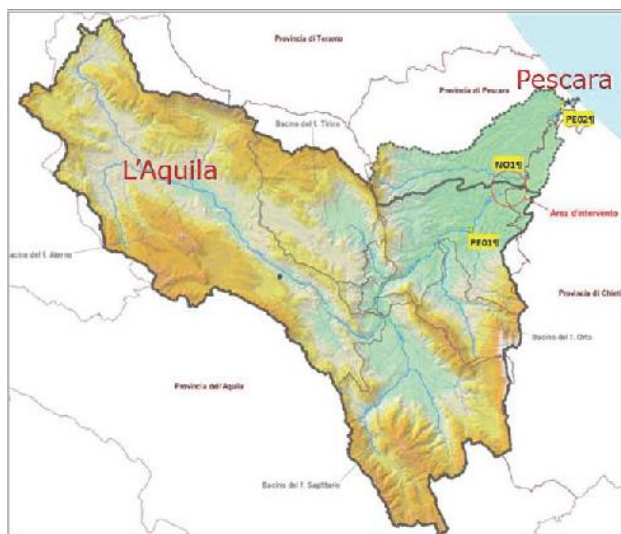


Figura 56 Bacino idrografico del Fiume Pescara.

Il Fiume Pescara (lunghezza 170 km) è alimentato dal bacino idrografico più esteso dell'Abruzzo (3125 km²) tra quelli sfocianti nel mare Adriatico ed ha subito una notevole pressione antropica che ha portato all'occupazione progressiva delle aree golenali e riduzione, quindi, degli spazi utili per la difesa contro il rischio idraulico ed idrogeologico del territorio. Le aree limitrofe alla città di Pescara sono fortemente antropizzate e sensibili agli effetti di allagamento, per cause diverse, dell'omonimo fiume Pescara, appalesando criticità e fragilità territoriali che arrecano forte nocimento ed allarme sociale all'intera comunità interessata. Infatti, lo sviluppo urbanistico delle aree di pianura rende spesso difficile realizzare opere di difesa di

tipo passivo delle aree soggette a rischio, a causa dell'impossibilità di posizionare, all'interno dei

nuclei edificati, manufatti di protezione (argini). Pertanto, si moltiplicano i casi in cui ricorrere a difese di tipo attivo, quali le vasche di laminazione, che permettono il cosiddetto effetto di laminazione della piena, ovvero l'accumulo di temporaneo di volumi idrici transitanti durante un evento di piena al fine di ridurre il valore al colmo dell'idrogramma in uscita rispetto a quello di entrata (Claps et al., 2005; Del Giudice et al., 2014). La linea strategica della Regione Abruzzo in tema di difesa idraulica è, infatti, orientata a favorire gli interventi attivi (riduzione delle portate al colmo) al posto di quelli passivi (arginature) che avrebbero la conseguenza di aumentare ulteriormente le portate al colmo. E' noto che il concetto di rischio risulta dal prodotto della pericolosità idraulica, che rappresenta un grandezza probabilistica che misura la potenzialità del verificarsi di un fenomeno distruttivo in dato tempo ed in una data area, per la vulnerabilità e per l'esposizione (che insieme misurano l'attitudine di un bene ad essere danneggiato da un fenomeno distruttivo). Le situazioni di rischio sono fortemente influenzate dall'azione dell'uomo e dai fattori prodotti direttamente dalla natura. L'azione dell'uomo incide sul concetto di pericolosità e determina il peso di questo fattore nel prodotto che definisce il rischio. L'azione della natura incide invece sul concetto di vulnerabilità ed esposizione. I fattori possono quindi distinguersi in Fattori «A» che come si vede producono l'effetto di aumentare la pericolosità di un evento di piena ad esempio:

- *Attraverso l'aumento dei deflussi superficiali causati dal costante aumento dell'impermeabilizzazione del suolo;*
- *Attraverso la riduzione della capacità di laminazione naturale causata dalla riduzione delle aree di libera espansione di un corso d'acqua;*
- *Attraverso l'aumento delle portate a valle derivanti dalla realizzazione di interventi di difesa idraulica localizzati e puntuali.*

I fattori «B» invece determinano l'aumento del danno potenziale e possono essere causati:

- *Dalla riduzione delle sezioni di deflusso a causa del restringimento dell'alveo del corso d'acqua nonché da fenomeni di trasporto solido,*
- *Dalle criticità idrauliche causate dagli attraversamenti fluviali determinate dalla presenza di vegetazione ed ostacoli.*

Anche per questi fattori l'azione dell'uomo può diventare determinante ove riesce ad assicurare costanti interventi manutentivi del corso d'acqua.

I fattori «A» hanno l'effetto, a lungo termine, di determinare una divaricazione dell'idrogramma di piena nella sua parte alta e precisamente nella zona sovrastante la retta che rappresenta la capacità di deflusso del corso d'acqua. La parte di curva dell'idrogramma di piena al di sopra di tale retta descrive le condizioni di rischio idraulico che naturalmente aumentano con l'aumentare della massima portata di piena e con il

modificarsi della curva che descrive l'idrogramma di piena. La parte della curva posta al di sotto della retta orizzontale rappresenta invece la condizione di sicurezza.



Figura 57 Modifica degli idrogrammi di piena ad opera dei fattori "A"

Si vede come i fattori «A» determinando la modifica della curva nella parte alta, incrementano la situazione di rischio (aumento dell'area sotto la curva) a parità di condizioni di sicurezza. Nel fiume Pescara le cause riconducibili ai fattori «A» sono ad esempio la realizzazione dell'Interporto di Manoppello, l'area commerciale di Megalò, l'intensa urbanizzazione in prossimità delle aree del fiume nei comuni di San Giovanni Teatino, Spoltore e Pescara. (Figura 57).

I fattori «B» hanno invece l'effetto di determinare l'abbassamento della retta che rappresenta la capacità di deflusso del corso d'acqua nella sezione specifica presa in considerazione. Anche il verificarsi dei fattori

Fattori sui quali incide l'azione della natura - FATTORI B

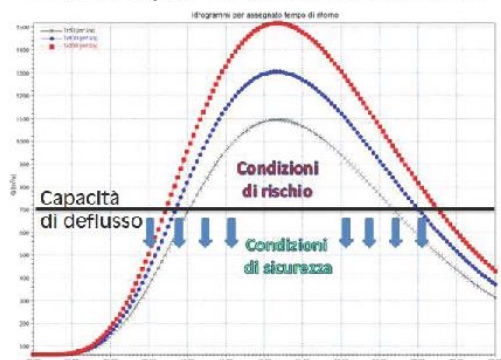


Figura 58 Modifica degli idrogrammi di piena ad opera dei fattori "A"

contemporaneamente determinando effetti ancora più dannosi sul corso d'acqua. Infatti, la concomitanza dei due effetti non fa altro che produrre una contestuale riduzione dell'area che descrive le condizioni di sicurezza ed un aumento dell'area che descrive le condizioni di rischio con il risultato di aumentare il rischio idraulico per il corso d'acqua analizzato. (Figura 58).

Per definire le soluzioni progettuali più appropriate al fine di determinare una riduzione di rischio, in un dato ambito territoriale, non è possibile prescindere da una approfondita conoscenza della dinamica fluviale nella sua globalità. Le scelte progettuali di intervento non possono essere operate se non dopo aver studiato approfonditamente le fenomenologie che si verificano nell'intero bacino che caratterizza il corso d'acqua così da avere una visione complessiva delle cause che determinano e generano le situazioni di rischio. Limitare lo studio ad ambiti puntuali può determinare la risoluzione dei problemi localmente ma certamente non assicura una reale riduzione del rischio idraulico in zone poste a monte o a valle dell'intervento attuato e studiato solo per punti discreti. Se si osserva la curva dell'idrogramma di piena insieme alla retta che rappresenta la capacità di deflusso del corso d'acqua, si comprende come la soluzione progettuale ideale deve tendere:

- a tenere costantemente in alto la retta orizzontale della capacità di deflusso, attivando una costante azione di polizia idraulica ed una sistematica e costante attività manutentiva;
- ad abbassare il picco degli idrogrammi di piena nelle sezioni maggiormente rappresentative del corso d'acqua per differenti tempi di ritorno, cercando anche di «comprimere» la larghezza dei picchi così da limitare nel tempo il superamento delle condizioni di sicurezza.

Le prime azioni sono definite Azioni non strutturali che sono rappresentate dal complesso delle attività finalizzate a preservare il territorio naturale contro processi insediativi troppo invasivi ed attuati in contrasto con la pianificazione di bacino. (Attività di polizia idraulica, verifica della compatibilità geomorfologica degli strumenti di pianificazione locale, attuazione degli indirizzi di P.S.D.A.). Le seconde sono definite Azioni strutturali e sono quelle tese a favorire tutti quegli interventi sul corso d'acqua che hanno lo scopo di ridurre le portate di colmo, definibili come interventi attivi, oppure, in alternativa, quelli che determinano un potenziamento delle difese idrauliche locali, definibili come interventi passivi

Il complesso delle azioni strutturali e di quelle non strutturali è messo in atto allo scopo di difendere le attività socioeconomiche esistenti nel territorio.

Le principali caratteristiche idrauliche del Fiume Pescara

Il fiume Pescara, dal punto di vista idraulico è caratterizzato dal una portata ordinaria che solitamente scorre nell'alveo di magra di $50 \text{ m}^3/\text{sec}$. I dati rinvenibili nel PSDA relativamente al bacino idrografico del Pescara parlano di una portata duecentenaria di $1518 \text{ m}^3/\text{sec}$., una portata cinquantenaria di circa $1094 \text{ m}^3/\text{sec}$. ed una portata ventennale di $815 \text{ m}^3/\text{sec}$. Tutti valori di una certa importanza. Sicuramente le capacità del fiume di assicurare il regolare deflusso delle portate appena dette sono fortemente condizionate dal livello del mare e soprattutto dai ben noti e ormai ripetuti fenomeni di interrimento del porto canale legati ai fenomeni, sempre più accentuati, di trasporto solido del fiume. In condizioni ideali e cioè finché i fenomeni di interrimento non rappresentavano un problema significativo per il porto canale, con una portata di $900 \text{ m}^3/\text{sec}$. non c'era nessun interessamento delle acque di piena delle aree golenali.

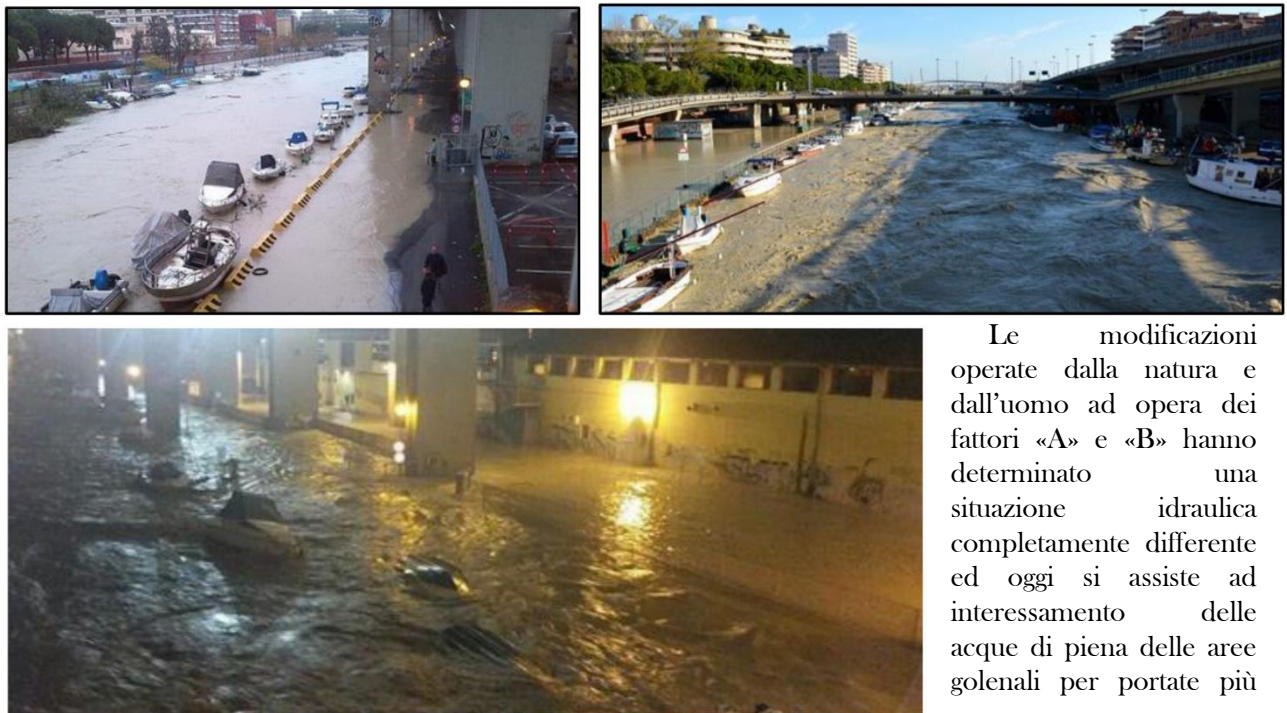


Figura 59 Foto evento gennaio 2017.

Le modificazioni operate dalla natura e dall'uomo ad opera dei fattori «A» e «B» hanno determinato una situazione idraulica completamente differente ed oggi si assiste ad interessamento delle acque di piena delle aree golenali per portate più

basse di circa $780-800 \text{ m}^3/\text{sec}$. Dalle immagini

storiche si può vedere che l'alluvione del 1992 ha interessato le aree golenali in maniera significativa con una portata stimata di $1100 - 1200 \text{ m}^3/\text{sec}$. Le condizioni del corso d'acqua e del porto canale, che si sono modificate nel tempo, hanno documentato che l'evento del 2013, che ha interessato anch'esso le aree golenali del fiume, era caratterizzato da una portata di piena più bassa dell'evento del 1992 stimata in m^3/sec . L'evento del Gennaio 2017 (Foto in Figure 59) che ha determinato un limitato interessamento delle aree golenali, è stimato con una portata di piena di $780 \text{ m}^3/\text{sec}$.

Il progetto delle opere di laminazione delle piene del Fiume Pescara

Si tratta della costruzione di cinque bacini di laminazione disposti sia in sponda destra che in sponda sinistra. I bacini interessano tre distinti tratti fluviali la cui finalità è quella di ridurre le aree soggette a rischio idraulico R3 ed R4, in un'ottica complessiva di bacino idrografico, ossia senza trascurare gli effetti prodotti dagli interventi a valle ed a monte degli stessi. (Figura 60). Il sistema è chiamato a funzionare per coppie di vasche ossia entrano in funzione le vasche poste nei tre tronchi del corso d'acqua in destra ed in sinistra idraulica, le vasche A, le vasche B e la vasca C tutte contemporaneamente o separatamente in relazione alle

esigenze di sicurezza da soddisfare. Alcuni dati che caratterizzano l'intervento che è ubicato nel territorio di Chieti, Cepagatti, Rosciano e Manoppello, per una superficie complessiva di 136 Ha. Il finanziamento è di 54.800.000,00 €.

Le arginature, che determinano il volume di invaso di 5 milioni di m³, sviluppano una lunghezza complessiva di 12,6 km e non interessano l'intero perimetro delle singole vasche in quanto in alcuni casi viene sfruttata la morfologia del terreno per determinare gli elementi che delimitano le acque. L'altezza delle arginature varia da 5 a 8



Figura 60 Planimetria delle vasche.

metri del piano campagna e per

raggiungere il volume di invaso necessario a conseguire i risultati attesi è stata necessaria prevedere una modellazione delle aree interne che ha determinato una quota di fondo cassa più bassa della quota del terreno attuale. Questa necessità di abbassare la quota di fondo cassa è stata sfruttata al fine di reperire materiale per la costruzione degli argini. Infatti, a seguito dell'operazione di scavo, che prevedono una movimentazione di materiale di circa 1.750.000 m³, si prevede di reimpiegare più della metà del volume per la costruzione degli argini. Alcuni argini saranno dotati di diaframmatura realizzata mediante colonne di jet grouting al fine di limitare i fenomeni di sotto-filtrazione. Accortezze particolari sono utilizzate per la realizzazione del sistema di drenaggio delle acque sia superficiali che di falda al fine di consentire il riutilizzo delle aree interne delle vasche per restituirle alla pratica agricola, infatti nella maggior parte delle vasche si è fatto ricorso all'istituzione di servitù di allagamento evitando di espropriare le aree ai proprietari che potranno continuare a svolgere le proprie pratiche agricole. Tutte le vasche sono dotate di viabilità perimetrale in sommità ed al piede delle arginature oltre a percorsi ciclopedonali per uno sviluppo di 9,2 km.

Ogni vasca ha due manufatti idraulici, un'opera di derivazione ed una di restituzione delle acque invasate al corso d'acqua. In corrispondenza delle vasche A è prevista la realizzazione di una soglia di regolazione del deflusso delle acque del fiume subito a valle delle opere di derivazione. La vasca Asx sfrutta la presenza del rilevato autostradale per delimitare le acque su due lati. La vasca Adx invece è delimitata su tutto il perimetro da argini di nuova costruzione.

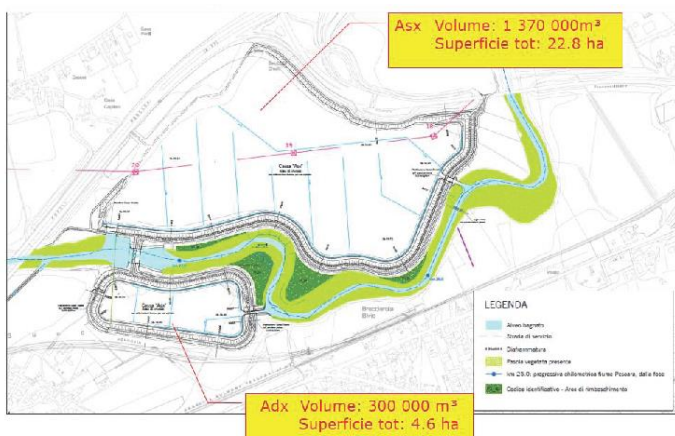


Figura 61 Planimetria delle vasche "A".

Il funzionamento idraulico delle vasche B è analogo a quello appena visto per le vasche A con l'unica differenza che qui non è prevista la traversa di regolazione del corso d'acqua che è posta poco più a valle dell'opera di derivazione della vasca C. Anche per le vasche B troviamo l'opera di

derivazione e di restituzione. La vasca Bsx sfrutta un gradino morfologico per delimitare le acque su di un lato ed il rilevato autostradale su un altro lato mentre per il restante perimetro è prevista la realizzazione di nuova arginatura. Nuove arginature delimitano invece l'intero perimetro della vasca Bdx.

L'ultima vasca è la C, posta interamente in comune di Rosciano, presenta subito a valle della sua opera di derivazione una traversa di regolazione del corso d'acqua, restituisce le acque al fiume Pescara mediante

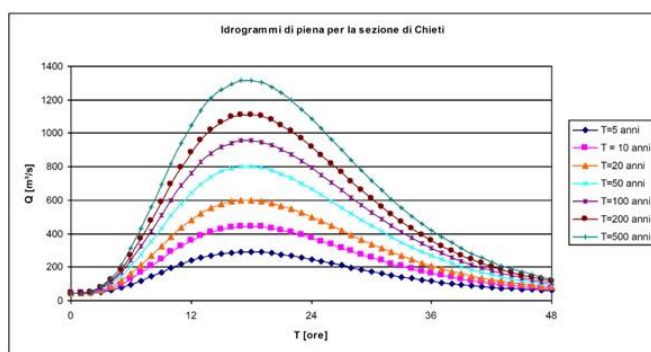
la sua opera di restituzione, sfrutta anche questa un gradino morfologico per delimitare le acque mentre per il resto del perimetro è prevista la realizzazione di arginature.

I criteri principali ai quali i progettisti si sono ispirati sono:

- conseguire il massimo volume di laminazione cercando di avere il minore impatto sul territorio;
- limitare l'estensione planimetrica delle arginature assecondando il più possibile la conformazione morfologica naturale e sfruttando, dove possibile, il gradino morfologico in sinistra della valle per il contenimento dell'invaso;
- limitare l'estensione verticale delle arginature mediante l'abbassamento del piano golenale, nel rispetto del franco di coltivazione e della compatibilità con il regime idrometrico. Inoltre, l'abbassamento del fondo vasca all'interno ha consentito di un minor impatto ambientale lungo il fiume;
- una particolare attenzione è stata rivolta anche allo studio delle interferenze con la pianificazione urbanistica locale cercando di interessare solo le aree già delimitate dal PSDA e vincolate dallo stesso piano in termini di aree esondabili.

Modelli Idraulici

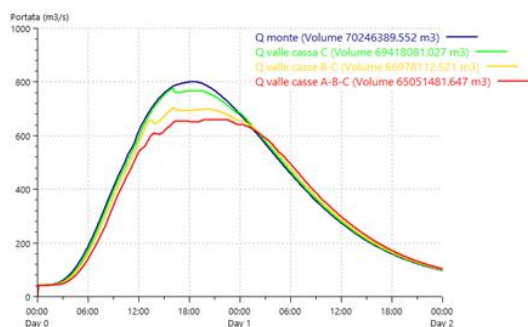
Gli idrogrammi di piena utilizzati per la costruzione degli scenari di allagamento (Figura 62) sono quelli di progetto stimati ai fini della definizione del P.S.D.A. (Autorità dei Bacini di rilievo regionale dell'Abruzzo e del Bacino Interregionale del Fiume Sangro, adottato nel 2007 ed approvato nel 2008). Il comportamento idrometrico del fiume Pescara nel tratto interessato dalla costruzione del sistema di opere di laminazione è stato, preliminarmente, indagato con il modello matematico HEC-RAS, utilizzando ipotizzando un comportamento a moto permanente della corrente idrica.



| T [anni] | x' [-] | Q _T [m³/s] |
|----------|--------|-----------------------|
| 5 | 1.21 | 291 |
| 10 | 1.85 | 446 |
| 20 | 2.49 | 600 |
| 50 | 3.33 | 804 |
| 100 | 3.97 | 958 |
| 200 | 4.61 | 1112 |
| 500 | 5.46 | 1316 |

Figura 62 Idrogrammi di piena.

Al riguardo sono state rilevate complessivamente n. 61 sezioni topografiche del fiume, coprendo un'estensione di 34 km (dalla zona di intervento fino alla foce). Successivamente, la necessità di uno studio a moto vario, per la verifica del funzionamento delle opere in progetto, ha portato all'implementazione prima del modello idraulico bidimensionale SOBEK e, quindi, del modello idraulico bidimensionale agli



| TR [anni] | Q max stato di fatto [m³/s] | Q max stato di progetto [m³/s] | Efficienza Idraulica [%] |
|-----------|-----------------------------|--------------------------------|--------------------------|
| 50 | 804 | 636 | 21 % |
| 100 | 958 | 779 | 19 % |
| 200 | 1112 | 923 | 17 % |

Figura 63 Idrogrammi di piena.

LiDAR delle aree per un'estensione di 10 km². Il modello evidenzia, negli idrogrammi rappresentati nei vari colori, il diverso comportamento delle vasche in funzione del loro esercizio separato o congiunto. (Figura 63). L'idrogramma di piena senza laminazione, nel caso di piene con tempo di ritorno

cinquantennale, attraverso l'area sottesa, rappresenta il volume di acqua che caratterizza il fiume durante l'evento di piena. Come si vede la laminazione della sola cassa C è determinata dalla differenza delle aree sottese dalla curva blu e dalla curva verde che rappresenta proprio il volume di laminazione della cassa C. Facendo entrare in funzione anche la cassa B contemporaneamente alla cassa C si nota come il volume sotteso dalla curva gialla si abbassa ulteriormente per tener conto del volume di laminazione delle due casse B in destra ed in sinistra idraulica fino ad arrivare a conseguire la migliore efficienza idraulica anche con la laminazione delle casse A che entrando in funzione insieme alle casse B e C determinano un'area ulteriormente ridotta, quella sottesa dalla curva rossa che consente la laminazione dei 5,2 Mln. di metri cubi. Nella tabella di lato sono state evidenziate le riduzioni delle portate al colmo, dalla situazione di fatto allo stato di progetto, per i tempi di ritorno di 50, 100 e 200 anni. Il complemento a uno del rapporto tra i due valori definisce l'efficienza idraulica del sistema che è mediamente del 20%.

Effetti idraulici delle opere di laminazione sul territorio

Il modello idraulico bidimensionale agli elementi finiti ha permesso di valutare le portate derivate e restituite e, quindi, il controllo del corretto dimensionamento dei manufatti di regolazione, in rapporto ai principali parametri idraulici. (Figura 63 e Tabella sopra). Il confronto tra gli idrogrammi di piena dello stato di fatto e lo stato di progetto a S. Teresa ha manifestato una riduzione del picco di portata del 15% sia per TR50 che per TR100. (Figura 64). Naturalmente gli effetti positivi che si conseguono sono esplicitabili non solo sotto l'aspetto idraulico in

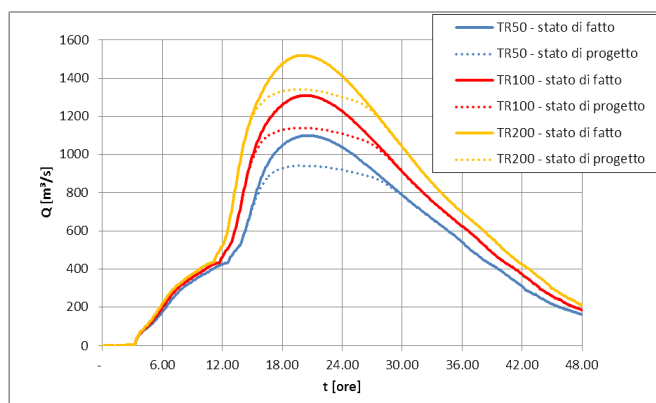


Figura 64 Idrogrammi di piena - Stato di fatto e Progetto.

termini di riduzione della portata di picco di piena ma anche e soprattutto in termini di benefici attesi dal territorio sia sotto il profilo della riduzione delle aree potenzialmente allagabili in caso di evento di piena sia di riduzione dei costi ascrivibili ai potenziali danni causati al territorio da un ipotetico evento particolarmente severo. La prima valutazione dimostra chiaramente come a valle delle casse ed in modo particolare in corrispondenza della foce gli effetti degli idrogrammi di piena laminati si traducono in una sostanziale riduzione delle aree soggette ad allagamento. La valutazione viene effettuata comparando, per i differenti tempi di ritorno la superficie delle aree soggette ad allagamento nella situazione di fatto ed in quella di progetto che prevede la messa in esercizio delle vasche. Tale effetto di riduzione è stato studiato sia con riferimento alla zona più vasta di fiume, che si estende dalla foce per risalire fino alla zona di intervento, sia con riferimento alla sola zona di valle della Città di Pescara. Si nota come la riduzione delle aree potenzialmente allagabile passa da un valore medio del 16% nel primo caso, ad un valore riferito alla foce del fiume per tempo di ritorno di 50 anni del 40%. In termini di pericolosità idraulica, nella Città di Pescara, si arriva ad una riduzione del 25% delle aree perimetrate come P3 e come P4 dal PSDA. (Figura 65).



Figura 65 Effetti idraulici a valle delle opere

Effetti socio economici delle opere di laminazione sul territorio

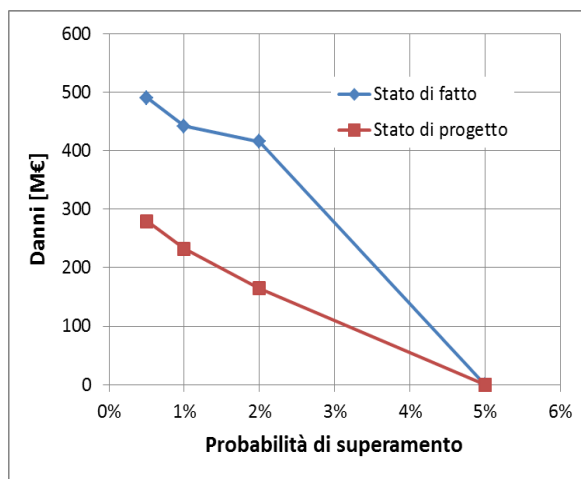


Figura 66 Curve di danno potenziale.

un'esonazione. Come si vede nelle curve per probabilità di superamento basse (TR 200 anni) nello stato di fatto si attende un danno potenziale di circa 490 mln. di € nello stato di fatto che si riduce a 280 mln. di € nella situazione post-intervento. Analogamente per probabilità di superamento del 1% (TR 100 anni) nello stato di fatto si attende un danno potenziale di circa 442 mln. di € che si riduce a 230 mln. di € nella situazione post-intervento ed infine per probabilità di superamento del 2% (TR 50 anni) nello stato di fatto si attende un danno potenziale di circa 415 mln. di € che si riduce a 165 mln. di € nella situazione post intervento. Infine, per tempi di ritorno inferiori a 20 anni e quindi per probabilità di superamento pari o superiori al 5% i danni si annullano sia nello stato di fatto che di progetto. La media di danno annuale è di € 15,2 Mln di € nello stato di fatto contro i 7,1 Mln di € nella situazione di progetto con un beneficio annuo stimato di 8,2 Mln di €.

Bibliografia

R. Bertaggia, M. Coccato, E. Frank, Progettazione e costruzione del bacino di laminazione delle piene del T. Timonchio in Comune di Caldogno (VI) per la sicurezza idraulica della Citta di Vicenza (in Italian), *Proceedings of XXVI Convegno Nazionale di Idraulica e Costruzioni Idrauliche*, 12-14 September 2018, Ancona (Italy).

Regione Abruzzo, Beta Studio, Piano Stralcio di Difesa dalle Alluvioni (in Italian), 2007.

F. Iezzi, V. Di Biase, E. Primavera, L. D'Alfonso, Hydraulic and socioeconomic effects of retention basins along Pescara river, *Proceedings of the 5th IAHR Europe Congress - New Challenges in Hydraulic Research and Engineering*, 2018, pp. 421-422, 12-14 June 2018, Trento (Italy).

F. Iezzi, V. Di Biase, E. Primavera, L. D'Alfonso, Opere di laminazione delle piene del fiume Pescara (in Italian), *Proceedings of XXVI Convegno Nazionale di Idraulica e Costruzioni Idrauliche*, 12-14 September 2018, Ancona (Italy).

Arrighi, C., Brugioni M., Castelli F., Franceschini S., Mazzanti B., Flood risk assessment in art cities: the exemplary case of Florence (Italy). *F. Flood Risk Manag.* 2016

Arrighi, C., Brugioni M., Castelli F., Franceschini S., Mazzanti B., Urban micro-scale flood risk estimation with parsimonious hydraulic modelling and census data, *Nat Hazard Earth Syst Sci*, 2013, 13, 1375-1391.

Castelli F., Arrighi, C., Brugioni M., Franceschini S., Mazzanti B., I Danni potenziali da alluvione per Firenze, oggi. *Bollettino Ingegneri*, 2016, 7,40-48.

Claps P., Laio F., Miotto F., Petaccia A., Sviluppo di un sistema di gestione dei rischi idrogeologici nell'area del lago Maggiore, Cap. 7.3: Il ruolo dei bacini artificiali nella formazione delle piene - Metodologie e risultati per il Bacino del Toce, Progetto Interreg IIIA Italia- Svizzera, Torino 2005.

Del Giudice G., Rasulo G., Siciliano D., Metodi speditivi per il dimensionamento di sistemi di vasche di laminazione a scala di bacino, *La Sicurezza Idrogeologica*, 2014, pp. 90-106.

*DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA TRATTA
DALL'ARCHIVIO DEL SERVIZIO
IDROGRAFICO E MAREOGRAFICO DI
PESCARA*

Il Servizio Idrografico e Mareografico di Pescara

Cenni storici

a cura di Paolo Iarussi

Con Decreto-legge, nel 1917, fu istituito alle dipendenze del Ministero dei Lavori Pubblici un Servizio Speciale del Genio Civile, il Servizio Idrografico Italiano, che avrebbe dovuto provvedere alla raccolta delle osservazioni idrografiche e pluviometriche.

Il nuovo Servizio comprendeva otto sezioni autonome, ognuna con le proprie competenze territoriali, ed a Chieti fu collocata la sede del Dominio del Litorale degli Abruzzi, Molise e Puglie.

Tale sede fu soppressa nel 1932, in quanto competente su un territorio troppo vasto, e fu istituita, tra le altre, la Sezione Compartimentale di Pescara, per i bacini con foce sul litorale Adriatico dal Tronto (escluso) al Fortore, Isole Tremiti incluse.

Dopo circa settant'anni di attività quasi ininterrotta, eventi bellici compresi, a seguito della riorganizzazione e potenziamento dei Servizi Tecnici Nazionali, con L. 18 maggio 1989, n. 183, le attività del Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale e dei suoi uffici periferici vennero trasferite alla Presidenza del Consiglio dei Ministri.

Dopo ulteriori passaggi legislativi, culminati nel DPCM 24/07/2002, gli uffici compartimentali del Servizio Idrografico e Mareografico e le relative competenze confluirono nelle Regioni di competenza, dove sono tutt'ora.

Nel corso di più di un secolo di vita ed alterne vicende, il Servizio ha patito il progressivo svuotamento di figure professionali altamente qualificate determinato principalmente dal mancato ricambio generazionale e professionale. Tali problematiche hanno determinato l'inevitabile rallentamento dello svolgimento delle attività istituzionali che culminano con la stampa degli Annali Idrologici.

Il Servizio Idrografico e Mareografico di Pescara ha vissuto il suo momento di massima espansione ed efficienza a partire dalla metà degli anni '80 quando all'ormai esiguo numero di dipendenti di provata esperienza è stato efficacemente affiancato un nutrito gruppo di giovani elementi accrescendo notevolmente le unità lavorative.

Nel giro di pochi anni, complice l'avvento massiccio e rivoluzionario dell'informatica, l'intera squadra ha contribuito a ridare slancio all'attività istituzionale riuscendo a realizzare, tra l'altro, una rete elettronica di rilevamento in telemisura, tra le prime in Italia, affiancata alla rete di rilevamento tradizionale costituita da strumentazioni meccaniche.

Questo straordinario salto di qualità, tecnico-culturale, è stato possibile anche grazie alla competenza, alla lungimiranza nonché alle riconosciute doti organizzative ed umane del Dirigente del Servizio, l'Ing. Mario Russo, sotto la cui guida, protrattasi fino a circa metà del 2009, il Servizio Idrografico e Mareografico di Pescara ha raggiunto i livelli di eccellenza ampiamente riconosciuti in ambito nazionale e non solo.

È giusto, pertanto, ricordare tutti coloro che in quel periodo hanno dato il prezioso e qualificato contributo dimostrando dedizione e passione nei confronti della propria specifica attività lavorativa.

Essi sono: Mario Russo (Direttore), Sergio Di Fabio, Vincenzo Niola, Francesco Iandimarino, Giancarlo Paolini, Raffaele Basso, Fulgenzio Delicato, Rosanna Ruggeri, Stefano D'Isidoro, Sandro Di Giannantonio, Giuseppe Di Cagno, Maria Pia Olivieri, Maria Patrizia Di Felice, Franca Silvestri, Alessandra Agosto, Roberto Guetti, Antonino Di Fazio, Walter Ascitti, Valter Varani, Maria Teresa Profeta, Antonio Cicchitti, Vittorio Morganti, Silvio Iervese, Paolo Iarussi, Giovanni Sala, Paolo Gianvittorio, Monica Di Michele, Fiore Giannantonio, Gianfranco Di Renzo, Fermina Remigio.

A tutti loro, in particolare a chi ci ha lasciato prematuramente, vanno i più sinceri e doverosi ringraziamenti nella speranza che sulla scia di un glorioso passato centenario, nonostante le difficoltà del presente, possa seguire un futuro che restituisca all'Ufficio Idrografico e Mareografico di Pescara il ruolo primario e di eccellenza che gli compete e che ha avuto per gran parte della sua lunga storia.



Figura 67: Fiume Pescara, idrometro a lettura presso la città di Pescara



Figura 68 Fiume Pescara, idrometrografo di Maraone (Popoli, Pescara)

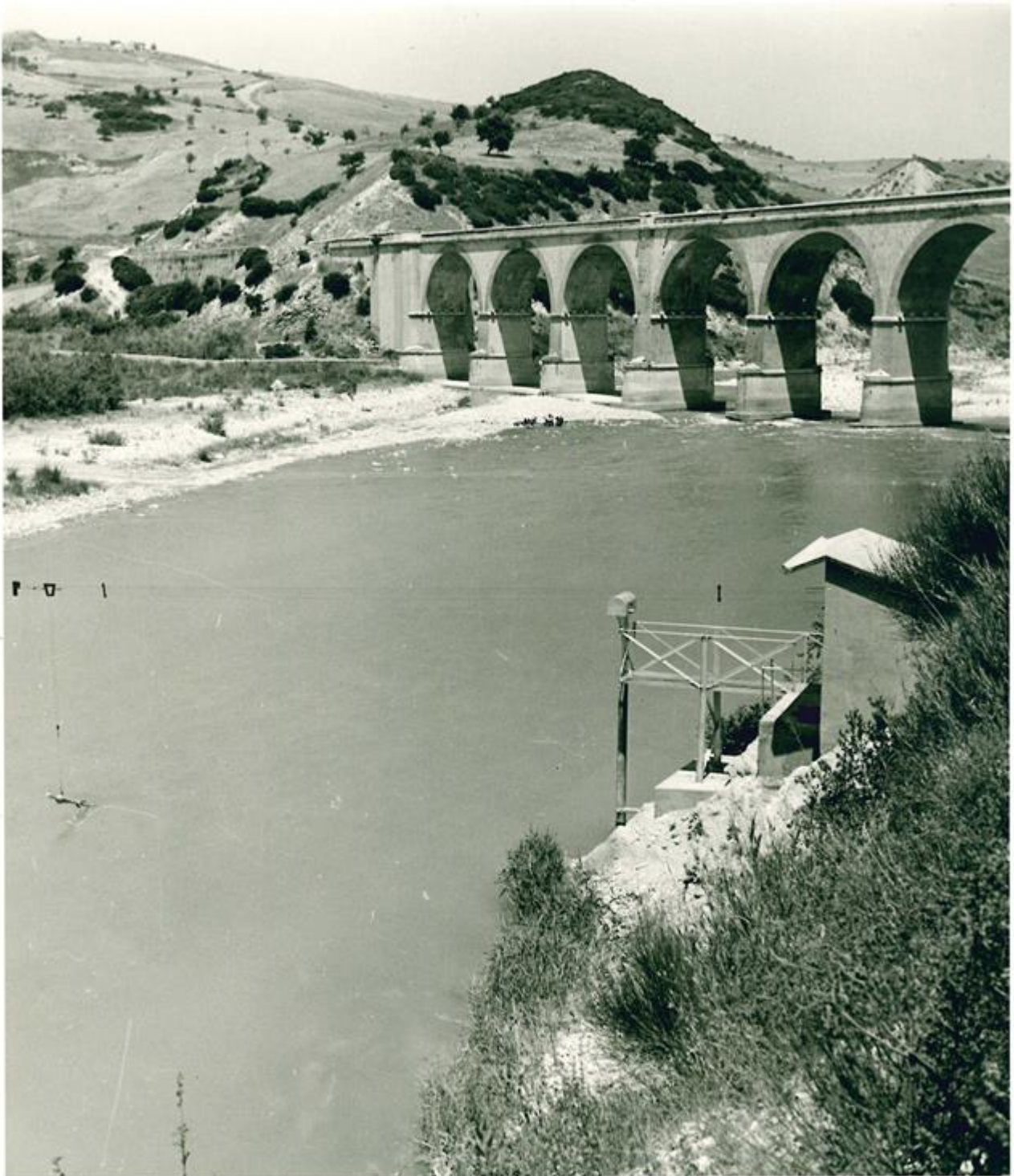


Figura 69 Biferno a Ponte Liscione, Guardialfiera (Campobasso), anni '60, prima dell'invaso



Figura 70 Biferno a Colle D'Anchise (Campobasso), misure di portata



Figura 71 Idrometrografo sul Lago di Scanno (L'Aquila)



Figura 72 Termine (Cagnano Amiterno, L'Aquila), stazione termoplviografica



Figura 73 Stazione di L'Aquila, ottobre 1948



Figura 74 Pescara, Via Conte di Ruvo. Alluvione 1934



Figura 75 Pescara, Via Gabriele D'Annunzio. Alluvione 1934



Figura 76 Pescara, area golenale. Alluvione 1992



Figura 77 Pescara, area golenale. Alluvione 1992



Figura 78 Stazione Pescara a Santa Teresa. Alluvione 2013



Figura 79 Cepagatti località Villareia - Chieti Scalo, zona commerciale. Alluvione 2013



Figura 80 Diga di Alanno nei Comuni di Scafà e Alanno. Alluvione 2013



Figura 81 Pescara, area golenale. Alluvione 2013

PROGRAMMA DELL'EVENTO



Convegno per il centenario della fondazione del Servizio Idrografico Nazionale

Pescara, 26 ottobre 2018

Aula 31, Università degli Studi Chieti-Pescara

Viale Pindaro 43, Pescara

<http://cetemps.aquila.infn.it/100idrografico/>

Programma

Ore 8:30 - Registrazione partecipanti

Modera Nino Germano, Giornalista RAI

Ore 9:00 - Saluti Autorità

- Mario Mazzocca, Sottosegretario alla Presidenza della Giunta Regionale con delega alla Protezione Civile
- Marco Alessandrini, Sindaco di Pescara

Relazioni introduttive:

- Antonio Iovino, Responsabile del Centro Funzionale della Regione Abruzzo
- Pierpaolo Pescara, Direttore Dipartimento Governo del Territorio e Politiche Ambientali
- Emidio Primavera, Direttore Dipartimento Infrastrutture, Trasporti, Mobilità, Reti e Logistica
- Marcello Buccolini, Direttore Dipartimento InGeo Università "D'Annunzio" Chieti - Pescara
- Nicola Tullo, Presidente Ordine dei Geologi Regione Abruzzo
- Maurizio Fusilli, Presidente Federazione Ingegneri Regione Abruzzo

Coffee break

Interventi Tecnici:

- Angelo Borrelli, Dipartimento della Protezione Civile Nazionale: *L'integrazione delle reti regionali*
- Giancarlo Boscaino, Ufficio Idrografico e Mareografico di Pescara: *Le attività dell'Ufficio Idrografico e Mareografico*
- Mario A. Cerasoli, Andrea Cipollone, Centro Funzionale d'Abruzzo: *La rete regionale in telemisura e l'utilizzo dei dati idrologici in ambito di Protezione Civile*

Ore 13:30 - Light lunch

Modera Giancarlo Boscaino, Ufficio Idrografico e Mareografico di Pescara

Ore 14:30 - Interventi Tecnici:

- Guido Bernardi, CAE S.p.A.: *Mitigazione del dissesto idrogeologico: i sistemi di allerta locale e le reti regionali*
- Alex Stevanin, SIAP+MICROS S.r.l.: *Mitigazione del dissesto idrogeologico: Sistemi integrati di monitoraggio e allertamento precoce dei fenomeni franosi*
- Frank S. Marzano, Cetemps: *Utilizzo dei dati idrologici per le previsioni idrometeorologiche*
- Sergio Rusi, Dipartimento InGeo: *Utilizzo dei dati idrologici per la ricerca scientifica*
- Enrico Frank, BETA Studio: *Utilizzo dei dati idrologici nella pianificazione territoriale*
- Vittorio Di Biase, Genio Civile di Pescara; Massimo Coccato, BETA Studio: *Illustrazione di un progetto di opera idraulica ed utilizzo dei dati idrologici per la progettazione*

Ore 16:30 - Conclusioni e dibattito

Dal 29 ottobre al 9 novembre visita guidata all'esposizione allestita a cura del personale dell'Ufficio Idrografico e Mareografico presso gli uffici di Via Catullo 2, 5° piano, Pescara

La partecipazione al convegno darà diritto a n. 3 CFP per gli Ingegneri e n. 6 CFP per i Geologi



